

POSTUROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN AN
PATIENTEN MIT CHRONISCHEN
RÜCKENSCHMERZEN

DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades

doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt dem Rat der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Schiller-Universität Jena

von Ralf Klaus Schimani
geboren am 15.07.1960 in Bad Elster

Gliederung

1	Zusammenfassung Deutsch/Englisch.....	4
2	Einleitung.....	6
3	Problemstellung.....	8
3.1	Zielsetzung	12
3.2	Rückenschmerz	13
3.2.1	Prävalenz und volkswirtschaftliche Bedeutung.....	13
3.2.2	Spezifischer Rückenschmerz.....	15
3.2.3	Unspezifischer Rückenschmerz	15
3.3	Therapieformen	18
3.3.1	Krankengymnastik und Trainingstherapie	18
3.3.2	Mooranwendungen.....	20
3.3.3	Elektrotherapie	21
3.3.4	Medikamentöse Therapie	22
3.3.5	Hydrotherapie.....	23
3.3.6	Psychologische Therapie.....	24
3.3.7	Therapieziele	25
3.3.8	Therapiekonzept unserer Klinik	25
4	Posturographie.....	28
4.1	Direkte Posturographie.....	28
4.2	Indirekte Posturographie	29
5	Material und Methoden	34
6	Ergebnisse und Interpretation.....	42
7	Diskussion	62
8	Schlussfolgerung	74

Abbildungsverzeichnis	76
Literaturverzeichnis.....	78
Abkürzungsverzeichnis	89
Ehrenwörtliche Erklärung	90
Danksagung	91

1 Zusammenfassung Deutsch/Englisch

Rückenschmerzen gehören zu den wichtigsten Problemen unserer Zeit. Die hohen Kosten werden nicht allein durch die Behandlung sondern auch durch Arbeitszeitausfälle und frühzeitige Berentung verursacht. Dafür werden in Deutschland über 25 Milliarden Euro pro Jahr erforderlich (Pfungsten 2001). Bei vielen Behandlungsversuchen gibt es kaum Möglichkeiten, den Therapieerfolg zu evaluieren. Diese Arbeit soll zeigen, ob die indirekte Posturographie nachweisen kann, dass einer dieser Versuche, die stationäre Rehabilitation mit einem multimodalen Therapiekonzept, Erfolge bringen kann. Ist überhaupt ein Therapiekonzept geeignet, alle Patienten erfolgreich zu behandeln oder bedingen unterschiedliche berufliche Belastungen unterschiedliche Konzepte?

Besonders bezieht sich diese Fragestellung auf die Therapierichtlinien der Deutschen Rentenversicherung Bund zur Behandlung des chronischen Kreuzschmerzes, die ein überwiegend aktives Konzept vertreten, unterstützt durch Schulungen, psychologische Entspannungstechniken, Arbeitsplatzzerprobungen und die nur wenig Raum für eine passive, muskellockernde wie z.B. Massagen, Mooranwendungen, detonisierende Ströme lassen.

Untersucht wurden die Patienten einer Rehabilitationsklinik für Orthopädie und freiwillige Beschäftigte dieser Einrichtung. Insgesamt beteiligten sich 133 Personen die anhand der Arbeitsschwere in 2 Gruppen unterteilt wurden und zwar in reizstarke Berufe (Bauarbeiter) und reizschwache (Sekretärinnen), die Patienten bildeten die aktive Gruppe, die zwischen den beiden Messzeitpunkten eine intensive krankengymnastische und physikalische Therapie erhielten, die Beschäftigten die passive Kontrollgruppe. Untersucht wurden klinische Parameter wie Muskelkraft und Beweglichkeit, das subjektive Schmerzempfinden und die Zufriedenheit mit den Anwendungen und posturographische Messungen mittels indirekter Posturographie unter Nutzung des Tetrax Systems der Firma Neurodata, Wien. Hier wird das Stehverhalten mittels 2 Druckmeßplatten erfaßt, im Verlauf können dadurch Änderungen der Tonisierung der Muskulatur erfaßt werden, sowohl als Verbesserung oder auch als Verschlechterung. Zwischen den Messzeitpunkten lag je nach Verweildauer in der Klinik eine Zeit von 3-4 Wochen.

Erwartet wurde eine deutliche Befundbesserung der Patienten der aktiven Gruppe, eine Kräftigung, eine Tonusoptimierung der Muskulatur und eine deutliche Schmerzlinderung. Bei der Kontrollgruppe wurden gleich bleibende Werte erwartet. Eine gute Korrelation der Werte lag bei den klinisch und subjektiv bestimmten Parametern nur zwischen der gesteigerten Bauchmuskelkraft und der Schmerzreduktion vor, weiterhin konnte die Wertigkeit der Posturographie auch bei dieser Fragestellung bestätigt werden. Allerdings konnte eine signifikante Befundbesserung nur bei den reizschwachen Berufen der Sekretärinnen erzielt werden, die Bauarbeiter profitierten deutlich weniger vom aktiven Behandlungskonzept, so daß das Therapiekonzept, daß den Richtlinien der Deutschen Rentenversicherung Bund entspricht, für diese Patienten abgeändert werden muß.

Low back pain is one of the most important problems of our time. The treatment of this illness requires 25 billion Euro in one year only in Germany (Pfingsten 2001). Medicine, physical treatment, early pensions and the lack of work are causing this high costs. There is seldom the opportunity to evaluate the therapeutic success at many efforts to combat the illness. One of these efforts is the clinical rehabilitation with a multi-modal therapeutic conception. The dissertation should show whether the indirect Posturographie can demonstrate the success of this special effort. Is any conception qualified to treat all patients successful or need different professional strains different conceptions.

2 Einleitung

Rückenschmerzen gehören zu den häufigsten Ursachen für Arbeitsunfähigkeit und Berentung. Sie verursachen damit horrenden Kosten. Es gibt viele konservative und operative, mono- oder multifaktorielle Therapieansätze (Pfingsten 1997, 2001, Casser 1999), um dieses Problem in den Griff zu bekommen.

Bis jetzt fehlt allerdings eine Möglichkeit, einen Therapieerfolg zu evaluieren.

Alle bisherigen Methoden dazu, ob Fragebogen (Neubauer, 2005), klinische Untersuchungen oder Schmerzskalen sind vom Patienten und vom Untersucher subjektiv zu beeinflussen. Oft spielt dabei die soziale Unzufriedenheit und Unsicherheit des Patienten eine wichtige Rolle.

Der Patient weiß, auf welche Fragen er wie antworten muß, um das von ihm gewünschte Ergebnis zu erhalten, Informationen dazu erhält er aus Büchern, Zeitschriften oder aus dem Internet, z.B. von der Selbsthilfegruppe für Fibromyalgiepatienten. Er weiß, was er zu erwarten hat, so lautete die erste Frage eines Patienten mit Rückenschmerzen, der sich in der Ambulanz der orthopädischen Universitätsklinik Jena am Rudolf-Elle-Krankenhaus in Eisenberg vorstellte: „Herr Doktor, ich habe es an der Bandscheibe, ich habe gehört, darauf gibt es eine Rente. Stimmt das?“

Eine entscheidende Fragestellung ist nun, wie kann der Therapieerfolg auch objektiv nachgewiesen werden, da der Patient aus den unterschiedlichsten Gründen nicht ausreichend mitarbeiten kann oder will, um eine Besserung oder eventuell eine Verschlechterung zuzugeben. Wenn mehrfach der Erfolg der Rehabilitation nur als mäßig bezeichnet wird (Raspe, 2003), steht die Frage bei den ständig steigenden Kosten im Gesundheitswesen und den gleich bleibenden Einnahmen und der immer ungünstigeren Altersverteilung, ist Rehabilitation überhaupt sinnvoll und wenn ja, wie kann man dies beweisen.

Ziel dieser Arbeit ist es, eine mögliche Meßmethode zu überprüfen, ob sie die gewünschten Aussagen treffen kann und wenn ja, wie ist das bisherige Rehabilitationskonzept (auch das der Deutschen Rentenversicherung Bund über Rückenschmerzen) den Erkrankungen anzupassen, um den betroffenen Erkrankten helfen zu können und letztendlich die berufliche Leistungsfähigkeit wieder herzustellen.

Eine Untersuchungsmethode, die Posturographie, wird schon seit langem als Möglichkeit der Therapieüberprüfung bei Gleichgewichtsstörungen und zur Abschätzung des Sturzrisikos in der Geriatrie genutzt (Wilke, 1997, 2003, de Wit, 1971, Fried, 1987).

Vor allem Kohen-Raz (1973) aus Israel hat sich um diese Methode verdient gemacht, die er zuerst bei hörgeschädigten und sturzgefährdeten Patienten, insbesondere bei Gleichgewichtsstörungen einsetzte, auch um die Therapie bei diesen Patienten zu überprüfen.

Wir stellten uns die Frage, inwieweit die indirekte Posturographie, die Haltungsunsicherheiten erfasst, auch als Indikator für einen verbesserten Trainingszustand der Muskulatur als objektiver Hinweis auf den Erfolg einer konservativen Therapiemaßnahme dienen kann.

Ist die Wiederherstellung des muskulären Gleichgewichtes und ein Training der Muskulatur in der Lage, das Stehverhalten zu ändern und damit als Unterschied zwischen zwei Messzeitpunkten erfassbar.

Dazu wurden 2 Gruppen von Patienten und 2 Gruppen von Mitarbeitern unserer Einrichtung jeweils 2x im Abstand von 3 Wochen gemessen.

Ziel war es dabei, den Therapieerfolg durch eine standardisierte Untersuchungstechnik, eine Patientenbefragung und die Messung mittels indirekter Posturographie in Verbindung zu bringen und dadurch den Versuch zu unternehmen, den Therapieerfolg zu evaluieren.

3 Problemstellung

Rückenschmerzen sind eine der häufigsten Krankheitsursachen. Sie verursachen einen hohen Anteil an Arzt- und Behandlungskosten und sie haben oft lange Arbeitsunfähigkeitszeiten zur Folge. Dadurch kommt es zu großen volkswirtschaftlichen Ausfällen. Sie sind eine häufige Ursache für Frühverrentung und nach Großmann (2002) sind 60% der Rentenanträge durch muskuloskelettale Erkrankungen bedingt. Dabei nimmt diese Zahl, bedingt auch durch psychosoziale Faktoren, die steigende Verunsicherung der Bevölkerung und Hoffnungslosigkeit, auch durch Hartz IV und weitere soziale Einschnitte, wie auch die Erhöhung des Rentenalters weiter zu.

Im Durchschnitt ist die Hälfte der Bevölkerung einen Tag im Jahr wegen Rückenschmerzen arbeitsunfähig.

Wird einmal eine Arbeitsunfähigkeit bescheinigt, sinkt mit deren Dauer die Wahrscheinlichkeit, wieder in den Arbeitsprozeß zurückzukehren. Nach Lübke et al leiden in einer Klinik der Deutschen Rentenversicherung Hannover 75% der Patienten an Rückenschmerzen, 33% davon sind unter 3 Monate arbeitsunfähig, diese werden zu 97% arbeitsfähig entlassen, 17% sind zwischen 3 und 6 Monaten arbeitsunfähig. Hier können noch 62% arbeitsfähig entlassen werden, wenn ein Patient über 6 Monate arbeitsunfähig ist. Liegt die erreichte Arbeitsfähigkeit nach einer stationären Rehabilitationsmaßnahme nur noch bei 26%. Dabei spielt der somatische Zustand keine Rolle mehr, der Krankheitsprozeß läuft unabhängig von der körperlichen Beeinträchtigung und ist mit einer zunehmenden Depression und einem Anstieg des Rentenbegehrens verbunden.

Ähnliche Zahlen gelten auch für unsere Einrichtung. Von 925 Patienten im Jahr 2003 (davon 869 wegen Rückenschmerzen eingewiesen) der Deutschen Rentenversicherung Bund waren 404 unter 3 Monaten, 94 3-6 Monate 115 über 6 Monate arbeitsunfähig, 43 Patienten waren nicht erwerbstätig, nur 269 waren arbeitsfähig angereist, von diesen Patienten konnten 565 direkt arbeitsfähig entlassen werden, 778 konnten nach unserer Einschätzung direkt oder nach Abklingen der Restbeschwerden in 1-2 Wochen ihre letzte Tätigkeit weiter ausüben, 98 könnten eine leidensgerechte Tätigkeit ausüben, 49 waren nicht leistungsfähig. Mit dieser Einschätzung waren 10% nicht einverstanden, sie trauten sich selbst keine weitere berufliche

Tätigkeit mehr zu. 13% gaben an, daß sich ihr Gesundheitszustand stark und 52% mäßig verbessert hätte, 35% beklagten unveränderte Beschwerden oder eine Verschlechterung ihres Zustandes.

Bei der Deutschen Rentenversicherung Länder ist die Zahl der Patienten, die an ihren Arbeitsplatz zurückkehren noch geringer, auch bedingt durch die meist schwerere Tätigkeit dieser Patienten und die noch geringere Chance, bei der wirtschaftlichen Situation in Sachsen-Anhalt eine geeignete Tätigkeit zu finden.

Statistiken der Deutschen Rentenversicherung Bund weisen nach, dass von 420000 Rehabilitationsmaßnahmen im Jahr 1/3 wegen Rückenschmerzen und deren psychischen Begleiterscheinungen erfolgen.

Als Hauptursache für Rückenschmerzen kommt dabei nicht der oft diagnostizierte Nucleus pulposus Prolaps in Frage, der durch moderne bildgebende Verfahren leicht nachgewiesen werden kann und bei über 40-jährigen zu mehr als 60% angetroffen wird, sondern die neuromuskulären Dysbalancen der das Achsenorgan stabilisierenden Muskulatur mit meist insuffizienter Bauch- und verkürzter Rückenmuskulatur, mit Haltungsinsuffizienzen und degenerativen Wirbelsäulenveränderungen stehen im Vordergrund. Dem Röntgenbild kommt dabei nur eine geringe Aussagekraft zu, da Personen mit hochgradig pathologischen Röntgenbildern schmerzfrei sein können und radiologische Normalbefunde mit ausgeprägten, unerträglichen Beschwerden einhergehen können. Schmerzen kann man nicht objektivieren.

Wie aber sollen diese Beschwerden erfasst und nachgewiesen werden?

Nach Panjabi et al 1992 können 3 Bereiche der Wirbelsäule unterschieden werden: das passive System (Knochen und Gelenke), das aktive System (die Muskulatur) und die motorische Kontrolle, beeinflusst werden kann dabei das aktive System und die motorische Kontrolle.

Wagner et al 2008 fanden einen Zusammenhang zwischen motorischer Kontrolle und Rückenschmerz, nicht geklärt werden konnte jedoch, ob eine veränderte motorische Kontrolle zu Rückenschmerzen führt, oder ob Rückenschmerzen eine Veränderung der motorischen Kontrolle bewirken. Allerdings ist chronischer Rückenschmerz auch mit einem spezifischen Muster an Hirnstoffwechselveränderungen und mit einer verminderten Deaktivierung bestimmter Hirnregionen assoziiert.

Bei der Entstehung der neuromuskulären Dysbalancen spielen die unphysiologische Haltung auf Arbeit mit Bewegungsmangel der Sekretärin am Computer genauso eine wichtige Rolle wie schwere körperliche Tätigkeiten, z.B. die des Bauarbeiters. Neben diesen erworbenen Veränderungen werden angeborene, wie die Hypermobilität (diese ist nach Müller, 2002 eine der bedeutendsten Risikofaktoren für Rückenschmerzen) kontrovers diskutiert.

Nach Weiß et al (1999) leiden Arbeitnehmer mit schwerer körperlicher Tätigkeit am häufigsten unter „Kreuzschmerzen“, während Angehörige von Berufen mit leichter körperlicher Tätigkeit eher unter Schulter-Nacken-Schmerzen leiden. Als verstärkende Faktoren werden hier von ihm Rauchen und Arteriosklerose, Unzufriedenheit am Arbeitsplatz, psychischer Streß angeschuldigt. Dies lässt sich auch an den Patienten unserer Klinik erkennen.

Patienten mit Rückenschmerzen zeigen ein ausgeprägtes Schon- und Vermeidungsverhalten, eine deutliche Dekonditionierung mit Muskelschwäche und Koordinationsstörungen sowie eine schlechte Ausdauerleistung (Hildebrandt et al 2001).

Weiterhin tragen psychische und soziale Probleme (Bigos et al 2001) zur Entstehung von Rückenschmerzen bei. Diese sind auch für den chronischen Verlauf mitbestimmend und verursachen die hohen Krankheitskosten, akute, kurzfristige alleinige Rückenschmerzen lassen sich dagegen meist problemlos behandeln.

Nach Van Tulder (2001) kennt ein gesunder Rücken keinen Schmerz.

Der Patient gerät dabei in einen Teufelskreislauf. Rückenschmerzen führen zu einer Schonhaltung und Fehlbelastung, dadurch entsteht eine muskuläre Dysbalance, daraus resultieren weitere Rückenschmerzen, die wieder zu Haltungsveränderungen führen. Unterstützt wird dies durch die meist einseitige Belastung in Alltag und Beruf, ein Ausgleich in der Freizeit erfolgt nicht. So wird das Bild unserer Patienten durch verkürzte lumbale Rückenstrecker, insuffiziente Bauchmuskulatur, verkürzte Pectoralmuskulatur und insuffiziente Nackenmuskulatur sowie untere Schulterblattfixatoren bestimmt.

Elektromyographische Untersuchungen bei Rückenschmerzpatienten zeigen im Vergleich zu gesunden Probanden eine frühere Ermüdbarkeit der Muskulatur (Shivonen, 1998).

Dabei handelt es sich um ein zunehmend internationales Phänomen, daß alle modernen Industrieländer betrifft. In allen diesen Ländern werden ständig neue Therapiekonzepte entwickelt, um diesen folgeschweren Problem zu begegnen, aber auch in der internationalen Literatur kann keine dieser Methoden und Konzepte evaluiert werden. Meist erfolgt eine Auswertung durch die unterschiedlichsten Fragebögen (Fear Avoidance Believe, Oswestry-Index und viele mehr), aber je nachdem was der Patient erreichen will, werden hierfür schon Lösungen angeboten und in Büchern oder übers Internet verbreitet.

Es gibt viele unterschiedliche Therapieansätze: Massagen, Medikamenten, Akupunktur, weitere physikalische Therapieformen, aktiv mit Krankengymnastik und Trainingstherapie, operativ mit Bandscheibenoperationen, Spondylodesen und die unterschiedlichsten Kombinationen dieser Therapieformen.

Trotz der großen Bedeutung dieser Erkrankung sind die einzelnen Therapieformen bis jetzt noch nicht evaluiert, (Schwesig et al 2004, Ekkernkamp et al 2004).

In Zeiten eines zunehmenden Kostendruckes durch steigende Ausgaben und sinkende Einnahmen kommt es aber immer mehr darauf an, eine so genannte evidence based medicine für eine erfolgreiche Therapie zu sichern. Für die Rehabilitation von chronischen Rückenschmerzpatienten gibt es zwar, wie oben beschrieben eine Vielzahl von Therapieansätzen (Pfungsten, Hildebrand 1997, Raspe 2001), eine wissenschaftlich fundierte Evidence ist jedoch noch nicht nachweisbar. Im Gegenteil, nach Raspe et al konnte bis jetzt trotz einer intensiven medikamentösen, krankengymnastisch/physikalischen und psychologischen Therapie noch keine sinnvolle Strategie zur Behandlung von Rückenschmerzen entwickelt werden, eine befriedigende Rehabilitation von Rückenschmerzpatienten konnte bis jetzt noch nicht erreicht werden. Diese Arbeit soll nun versuchen, den Erfolg einer stationären Rehabilitation am Patienten nachzuweisen. Es stellt sich die Frage, ist Rehabilitation sinnvoll, gelingt es dadurch, den Patienten zu helfen und die horrenden Krankheitskosten zu senken oder beteiligt sie sich nur an der Umverteilung der Kosten zwischen Arbeitsamt, Krankenkasse und Rentenversicherungsträger.

Dabei besteht auch noch die Frage, ob ein Therapiekonzept geeignet ist, einen Erfolg zu erzielen oder erfordern unterschiedliche körperliche und berufliche Voraussetzungen unterschiedliche Therapiekonzepte.

In unserer Klinik wird anhand eines aktiven Therapiekonzeptes mit im Vordergrund stehender krankengymnastischer und Trainingstherapie, unterstützt aber auch durch Mooranwendungen, physikalischer Therapie (z.B. Interferenzstrom, diadynamische Ströme, Ultraschall/Reizstrom, Ultraschall, Unterwassermassagen), dem Erlernen von Entspannungstechniken und gegebenenfalls durch den Einsatz von Medikamenten gearbeitet.

3.1 Zielsetzung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, dieses Therapiekonzept zu evaluieren und zu entscheiden, welche Therapiemaßnahmen bei welcher beruflichen Belastung und den daraus resultierenden Beschwerden zum Einsatz kommen sollten. Dazu wird die Methode der indirekten Posturographie mittels Druckmessplatten genutzt.

Es wurden 2 Patientengruppen gebildet, die das gleiche Therapieprogramm erhielten, die sich aber in ihrer Arbeitsschwere entsprechend den Vorgaben der Deutschen Rentenversicherung Bund über die unterschiedliche Arbeitsbelastung der Berufsgruppen, basierend auf den Ergebnissen der Ergos-Untersuchung, unterschieden. Die Messung erfolgte am Aufnahmetag und am Ende der meist 3-wöchigen Rehabilitationsmaßnahme. Dazu wurden noch folgende Daten erhoben: Alter, Größe, Gewicht, Rückenschmerzintensität anhand einer 10-stufigen visuellen Analogskala, sportliche Betätigung, Arbeitsfähigkeit, gegebenenfalls Dauer der Arbeitsunfähigkeit, Wirbelsäulenbeweglichkeit, Trainingszustand der Bauchmuskulatur nach Janda, Zustand der Rückenmuskulatur, am Ende der Rehabilitationsmaßnahme wurde noch die subjektive Patientenzufriedenheit erfaßt.

In der Zwischenzeit wurde ein standardisiertes Therapieprogramm durchgeführt. Erfaßt wurden 86 Patienten mit einem Alter von 18-62 (Durchschnittsalter 43,1) Jahren, die zu Lasten der Rentenversicherungsträger Deutsche Rentenversicherung Bund und Länder mit der Einweisungsdiagnose Rückenschmerz der unterschiedlichsten Genese in der Klinik aufgenommen wurden. Ausschlusskriterien waren dabei nur vor kurzen erfolgte Operationen der Wirbelsäule und der unteren Extremität.

3.2 Rückenschmerz

3.2.1 Prävalenz und volkswirtschaftliche Bedeutung

Nach Weiß et al. 1999 leiden etwa 60-80% der Bevölkerung in ihrem Leben mindestens einmal unter Rückenschmerzen, 10% davon nehmen einen chronischen Verlauf wobei Arbeitnehmer mit schwerer körperlicher Tätigkeit dabei den größten Anteil besitzen. Dies lässt sich aus dem Patientengut unserer Klinik nicht bestätigen, ca. 60% unserer Patienten mit Rückenschmerzen üben sogenannte leichte Berufe aus.

Nach 4-6 Wochen sind die meisten der Erkrankten wieder beschwerdefrei. Für die hohen Kosten, die durch diese Erkrankung verursacht werden, sind nur 5-10% der Betroffenen verantwortlich. 1995 zeigten Großmann et al., dass 28,3% aller Arbeitsunfähigkeitstage auf Erkrankungen des muskuloskelettalen Systems entfielen. Die Dauer der Arbeitsunfähigkeitszeit lag mit durchschnittlich 17,2 d deutlich über dem allgemeinen Durchschnitt mit 15 Arbeitsunfähigkeitstagen aller gesetzlich Krankenversicherter aller möglichen Krankheitsursachen.

Derzeit werden nach Rose et al. (2002) in Deutschland ca 25 Milliarden Euro pro Jahr für Rückenschmerzpatienten ausgegeben, wobei nur 5% der Erkrankten den größten Teil, nämlich mehr als 55% (Hildebrandt et al., 2002), benötigen. Es handelt sich dabei um direkte Erkrankungskosten, wie Medikamente, Behandlungen im Akut-Krankenhaus und in der Rehabilitationsklinik sowie um Operationskosten, daneben fallen indirekte Kosten wie Krankengeld und Beträge der Rentenversicherer, wie Erwerbsminderungs- und Unfähigkeitsrente. Die Kosten, die durch Produktionsausfall entstehen, sind hierbei noch nicht berücksichtigt. Nach Seitz et al. belaufen sich diese Beträge auf ca 13 Milliarden Euro pro Jahr.

Nach Thiehoff (2002) gehen 27% aller Produktionsausfallzeiten auf Rückenschmerzen zurück, er spricht in diesem Zusammenhang von der Volkskrankheit Nr. 1, zeigt aber auch, daß bei hoher Arbeitslosigkeit von staatlicher Seite kein großes Interesse an der Prävention besteht, da es dadurch nur zu einer Umverteilung zwischen Krankenkasse, Arbeitsamt und Rentenversicherung kommen würde.

Nach Rose et al. (2002) gelten ähnliche Zahlen für alle europäischen Industrieländer.

Für diese Erkrankungen waren nach Best et al. schon 1999 1 Million stationäre Rehabilitationsmaßnahmen erforderlich, für die ca. 10 Milliarden Mark aufgewandt werden mussten. 1/3 der Rehabilitationsmaßnahmen waren dabei für Anschlussheilbehandlungen notwendig.

3.2.2 Spezifischer Rückenschmerz

In den seltensten Fällen (weniger als 20% nach Müller 2001) läßt sich eine Ursache für den Rückenschmerz finden. Dabei handelt es sich dann um radikuläre Läsionen, durch einen Bandscheibenvorfall hervorgerufen, Entzündungen oder Tumoren der Wirbelsäule oder des Nervengewebes, z. B. Tuberkulose, Spondylodiszitis, Borreliose, primäre Tumoren (z.B. Hämangiome, Enchondrome, Osteosarkome, Plasmozytom) oder Skelettmetastasen (z.B. Mammacarcinom, Prostatacarcinom).

3.2.3 Unspezifischer Rückenschmerz

In den meisten Fällen, ca. 80% (nach Müller et al. 2001) läßt sich eine genaue Ursache der Beschwerden nicht ermitteln, obwohl wir Ärzte immer bestrebt sind, eine körperliche Schädigung zu finden, die wir begreifen und dem Patienten benennen und behandeln können. Auch der Patient strebt die Kenntnis einer kausalen Ursache an, (an dem Tag bin ich gestürzt, habe mich verhoben, habe ich mir einen Bandscheibenvorfall zugezogen).

Dies läßt sich schon aus der Vielfalt der Diagnosen ablesen: Lumbalsyndrom, pseudoradikuläres Lumbalsyndrom, Lumboischialgie, Facettensyndrom, segmentale Instabilität, relative Spinalkanalstenose, Hypermobilitätssyndrom, Postdiskektomiesyndrom, um nur einige zu nennen. Nach van Tulder (2001) handelt es sich beim Rückenschmerz um viele Mythen und wenig Fakten.

Trotz der modernen bildgebenden Verfahren, die schon bei leichten Beschwerden immer mehr zum Einsatz kommen, bis hin zur Kernspinuntersuchung und dem dabei immer häufiger diagnostizierten Bandscheibenvorfall, der oft angeschuldigt wird, ist eine eigentliche Beschwerdeursache nicht zu evaluieren. Dies läßt sich auch aus der großen Zahl der persistierenden Beschwerden nach Bandscheibenoperationen ableiten. Auch eine Bandscheibenprothese kann dieses Problem nicht lösen.

Auch Systemerkrankungen wie z.B. die chronische Polyarthritis, Spondylitis ancylosans, Spondylopathia psoriatica, Diabetes mellitus z.B. über den dabei gehäuft auftretenden Morbus Forestier führen zu Rückenschmerzen.

Bei den meisten Betroffenen besteht eine myostatische Insuffizienz mit Hyperlordose bei verkürzten Rückenstreckern und eine abgeschwächte Bauchmuskulatur, häufig begleitet von beruflichen oder sozialen Problemen, Angst um den Arbeitsplatz oder langdauernde Arbeitslosigkeit, Depression bis hin zur sogenannten Schmerzkrankheit.

Auch das Freizeitverhalten mit Sitzen am Computer oder vor dem Fernseher und das Fehlen einer sportlichen Betätigung wirken sich ungünstig auf unseren Rücken aus.



Abbildung 1 - Ausgeprägte myostatische Insuffizienz (Ansicht 1)



Abbildung 2 - Ausgeprägte myostatische Insuffizienz (Ansicht 2)

Rückenschmerzen werden dabei immer mehr vom orthopädisch-körperlichen Problem zum psychologischen Problem, zum einen kann eine lange Krankheitsdauer zu psychischen Beeinträchtigungen führen, zu anderen äußern sich immer mehr psychische Belastungen als körperlicher Schmerz, soziale Entwurzelung, Arbeitsplatzproblematik bis hin zur Langzeitarbeitslosigkeit, Mobbing, familiäre Probleme, Zukunftsängste lassen oft den Rückenschmerz als letzten Ausweg erscheinen. Es ist besser, körperlich krank zu sein als arbeitslos.

Dabei entsteht ein Teufelskreislauf: tatsächliche oder empfundene Schmerzen (auch eingebildete Schmerzen tun weh) führen zu Schonhaltung und Trainingsmangel, daraus entsteht eine Haltungsinsuffizienz mit einem generalisierten myofaszialen Schmerzsyndrom, diese provoziert weitere Beschwerden. Der Endpunkt ist dann im deutlichen Ansteigen der Fallzahlen des Fibromyalgiesyndromes mit einer vieljährigen Schmerzkariere zu sehen.

Unabhängig aber von dem, was wir als Ursache der Rückenschmerzen ansehen, als Angriffspunkt der Therapie verbleiben uns die Muskulatur in der Verbindung mit einem psychologisch entspannenden Therapieansatz, der Knochen und auch die ominöse Bandscheibe bleiben unseren Therapieverfahren entzogen.

Diese Patientengruppe macht den Hauptbestandteil der Menschen mit Rückenschmerzen in den Arztpraxen und natürlich auch in der Rehabilitation aus und hier werden auch kaum Therapieerfolge erzielt, aber der größte Teil der Kosten verursacht.

Nach Wagner et al 2008 bestimmen folgende Einflussfaktoren die Entstehung chronischer Rückenschmerzen mit: Psychosoziale Faktoren, passives System der Wirbelsäule, aktives System der Wirbelsäule, evolutionäres Erbe, corticale Kontrolle, motorische Kontrolle, reflektorische Kontrolle.

3.3 Therapieformen

Zur Behandlung von Rückenschmerzen gibt es unterschiedliche konservative und operative Therapieansätze und krankengymnastische Konzepte, Trainingstherapie, Elektrotherapie, natürliche Heilmittel wie Moor und Wasser, Massagen, manuelle Therapie, Osteopathie, medikamentöse Ansätze, Magnetfeldtherapie, Akupunktur, homöopathische Verfahren, psychologische und psychosomatische Behandlungsstrategien, operative Maßnahmen von der Laserdekompression bis zur Spondylodese. Meist handelt es sich um multimodale Therapiekonzepte, z.B. von Pfingsten (2001), Hildebrand (2001), Seeger (2001), Hähnel (1999), Kladny (2003), Guzman (2001), Kaanpää (1999), Bendix (2000) beschrieben, um nur einige Beispiele anzuführen.

Im Folgenden sollen die in unserer Klinik durchgeführten Behandlungen und ihre Kombinationsmöglichkeiten näher beschrieben werden.

3.3.1 Krankengymnastik und Trainingstherapie

Überwiegend kommen für Rückenschmerzpatienten im Rahmen eines stationären Heilverfahrens Gruppengymnastiken, auch im Bewegungsbad, als Kleingruppen mit 10-12 Personen, ca. 45 min. zum Einsatz. Dabei werden muskeldehnende Übungen für die meist verkürzten lumbalen Rückenstrecker mit stabilisierenden und muskelkräftigenden Übungen für die Bauchmuskulatur kombiniert. Dabei wird mindestens eine Gruppenbehandlung pro Tag verordnet. Auch mehrere Gruppentherapien pro Tag mit ergänzenden Halswirbelsäulen- oder Hüftgruppen bei entsprechenden zusätzlichen Erkrankungen sind möglich. Ein weiterer Vorteil der Gruppentherapie liegt in der Motivation der Patienten untereinander.

Einzelkrankengymnastische Übungen sind nur in den seltensten Fällen erforderlich, im Gegensatz zu frischoperierten Patienten, bei denen meist eine Einzeltherapie durchgeführt wird.

Eine Trainingstherapie an den entsprechenden Geräten, Ergometer- und Laufbandtraining, Einsatz der Kletterwand und Übungen auf dem Trampolin ergänzen die krankengymnastische Behandlung. Eine Aquatrainingstherapie wird ebenfalls durchgeführt, Voraussetzung ist allerdings dafür, daß der Patient schwimmen können muß.

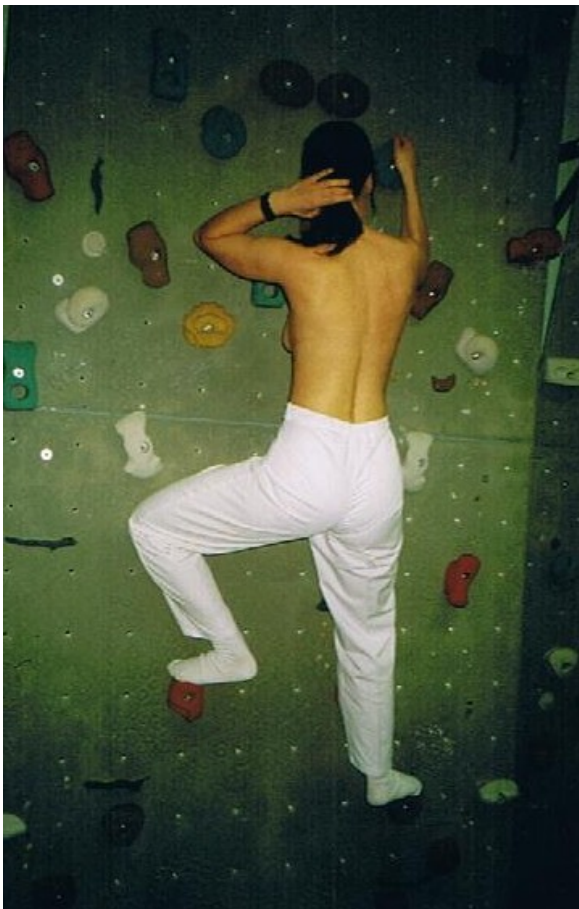


Abbildung 3 - Medizinische
Trainingstherapien (Ansicht 1)

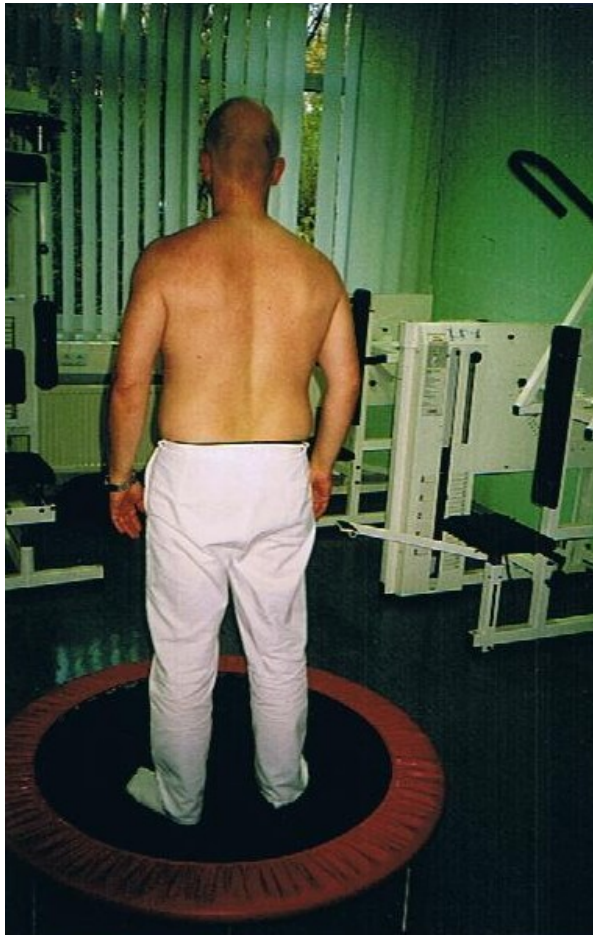


Abbildung 4 - Medizinische Trainingstherapien
(Ansicht 2)



Abbildung 5 - Medizinische Trainingstherapien
(Ansicht 3)

3.3.2 Mooranwendungen

Ein wesentliches natürliches Heilmittel unserer Klinik, das auch namensgebend ist, ist das eisenhaltige Moor. Es wird als Wannenbad (Voll-, Dreiviertel- oder Halbbad) oder Packung verabreicht. Die Anwendungstemperatur liegt zwischen 39 und 42° C, die Behandlungsdauer beträgt ca. 20 Minuten. Danach wird eine ausgiebige Ruheperiode eingehalten. Dabei wird nicht nur die muskelentspannende Wärmewirkung genutzt, sondern auch die Aufnahme von Huminsäuren durch die Haut zur Stimulation der Immunreaktion, diese entfalten zusätzlich eine antiphlogistische Wirkung. Dadurch kann eine lang anhaltende Schmerzlinderung erreicht werden.

Als Kontraindikationen gelten allgemein Carcinomerkrankungen in der Anamnese und eine stark eingeschränkte cardiale Belastbarkeit sowie akute entzündliche Erkrankungen und frische thrombembolische Prozesse. Bei einer ausgeprägten Varikosis der Beine können nur Packungen für den Rücken verabreicht werden. Bei leichten cardialen Beschwerden kommt die Herzkühlung zum Einsatz.

3.3.3 Elektrotherapie

Die Wirkung elektrischer Ströme bringt bei Rückenschmerzpatienten vielfältige Anwendungsmöglichkeiten. Elektrische Reize können im Gegensatz zu anderen therapeutischen thermischen und mechanischen Reizen direkt das Membranpotential der Zellen angreifen. Dadurch kann eine Erwärmung des Gewebes erreicht werden, Schmerzen werden gelindert, Nerven können direkt gereizt und Muskeln aktiviert werden. Beim Gleichstrom ist die Wirkung von der Leistung direkt abhängig, sonst spielen Stromform, Frequenz und Anwendungstechnik eine wichtige Rolle. Hochfrequente Anwendungen Schwingungen über 100000 Hz als Kurzwellen im Kondensator- und Spulenfeld als reine Diathermie, mittelfrequente mit 1000 - 100000 Hz als Interferenzstrom nach Nemec zur Schmerzlinderung und Muskellockerung, eventuell kombiniert mit einer Vakuummassage, niederfrequente als diadynamischer Strom, als Muskelstimulationsstrom oder

Exponentialstrom bei Muskelschwäche bis zur Parese als galvanische Ströme bei Nervenreizung oder Ausfällen, z.B. galvanische Längsdurchflutung, 2- oder 4-Zellenbäder, Stangerbäder. Unterstützt werden kann dies durch eine Transkutane Elektrische Nervenstimulations-Behandlung. Eine Kombination aus Ultraschall und Reizstrom nach Träbert kann eine Beschwerdelinderung herbeiführen. Die Mikrowelle wird zusätzlich in Kombination mit einer Extensionsbehandlung der Wirbelsäule genutzt.

3.3.4 Medikamentöse Therapie

Für die Behandlung akuter und chronischer Rückenschmerzen kommen die vielfältigsten Medikamente zum Einsatz, entsprechend des Stufenschemas der WHO, das zunächst für Tumorkranken entwickelt wurde, aber darüber hinaus für alle Schmerzzustände Gültigkeit hat.

Im Vordergrund stehen hier die nichtsteroidalen Antiphlogistika, von Diclophenac, Ibuprophen, Indometacin in Kombination mit Magenschutzpräparaten bis hin zu den modernen Cox-2 Hemmern, wie Celebrex oder Arcoxia. Ergänzt wird dies durch stärker wirkende Medikamente der 2. Stufe, wie Tramadolon oder Tilidin als Tropfen oder retardierte Substanzen, bis hin zu Opiaten, wie Morphine als Tabletten, Injektionen oder als Pflasterapplikation (Durogesic, Transtec). Diese sollten zwar bei Rückenschmerzen nur als letzte Therapieoption zum Einsatz kommen, werden aber ambulant sehr häufig eingesetzt.

Weitere Medikamente, die zum Einsatz kommen sind Muskelrelaxantien, die kurzfristig gegeben, eine Entspannung der Muskulatur und damit eine deutliche Schmerzlinderung herbeiführen und neurotrope Vitamine zur Steigerung des Nervenstoffwechsels.

Möglich sind auch Kurzinfusionen mit Paracetamol oder Infusionen, z.B. nach dem Fellingner-Schema.

Unterstützt wird dies durch die Neuraltherapie, beginnend von der einfachen Quaddelung oder der sogenannten Quellgastherapie, über Schmerzpunktinfiltrationen der Muskulatur (Tender- oder Triggerpoints), Muskelansätzen, Iliosacralgelenksinfiltrationen Facetteninfiltrationen, epidurale Injektionen und Reischauer-Blockaden. Verwandt wird hierzu in unserer Klinik Procain 1%, bei unzureichender Wirkung ergänzt durch Triamcinolon.

Daneben kommen, vor allem bei chronischen Schmerzzuständen trizyklische Antidepressiva, wie Saroten und Aponal sowie Antiepileptika (Carbamazepin, Lyrica) bei radikulären Beschwerden erfolgreich zum Einsatz.

Auch pflanzliche Präparate, wie Johanniskraut oder Baldrian können eine medikamentöse Schmerztherapie sinnvoll ergänzen.

Die meisten Präparate sollten allerdings nur kurzfristig zum Einsatz kommen, um Nebenwirkungen vorzubeugen, eine reine medikamentöse Schmerztherapie auf lange Sicht ist nicht sinnvoll.

3.3.5 Hydrotherapie

Auch die Wirkung des Wassers wird zur Behandlung von Rückenschmerzen eingesetzt, beginnend bei der Wärmewirkung warmer Wannenbäder mit entsprechenden Zusätzen, wie Rheubalmin oder als Radonbäder, über die mechanische, massierende Wirkung von Stachel- und Schottendusche. Unterstützt wird dies durch den Mineralgehalt der Wässer. Als Stangerbad oder Vierzellenbad ist eine Kombination mit einer Elektrotherapie möglich.

3.3.6 Psychologische Therapie

Wie bei vielen anderen chronischen Erkrankungen lässt sich auch bei chronischen Rückenschmerzen durch eine somatische Behandlung allein kein ausreichender Therapieerfolg erzielen. Psychische Faktoren beeinflussen immer unser Schmerzverhalten, als Hauptursache für Rückenschmerzen treten psychische und soziale Ursachen in den Vordergrund, wie soziale Ängste, Vereinsamung, Arbeitslosigkeit, Mobbing usw. Die Behandlung muß deshalb multifaktorell einschließlich psychologischer Maßnahmen erfolgen, da krankengymnastische, physikalische, operative und medikamentöse Behandlungen allein nicht mehr zum Erfolg führen können. Die multidisziplinäre Therapie einschließlich einer psychologischen Betreuung ist deshalb dringend erforderlich.

Im In- und Ausland setzten sich deshalb immer mehr entsprechende Konzepte durch (Guzman 2001, Kaanpää 1999, Bendix 2000, Seeger 2001, Hähne 1999, Kladny 2003, Hildebrandt 2001, Pfingsten 2001).

Durch standardisierte Fragebögen kann die Gefährdung des Einzelnen erfaßt und eine gezielte Therapie begonnen werden, wie z.B. Fear Avoidance Believe oder der Oswestry-Index (Neubauer 2005, Weiß 1999, Bückl 2000, v. Plessner 2000).

Alle Patienten mit Rückenschmerzen erlernen deshalb in unserer Einrichtung die Methode des autogenen Trainings oder der progressiven Muskelrelaxation nach Jacobsen, bei Bedarf werden psychologisch geführte Schmerzgruppen durchgeführt und es kommen Einzelgesprächstherapien, überwiegend verhaltenstherapeutisch orientiert, zum Einsatz.

3.3.7 Therapieziele

Therapieziel einer Reha-Klinik ist nicht nur die Schmerzlinderung oder Schmerzfreiheit, sondern darüber hinaus die Reintegration in den beruflichen (return to work) und sozialen Alltag. Dazu wird im Rahmen der Chefarztvisite eine sozialmedizinische Leistungsbeurteilung erstellt. Kann der Patient seine letzte berufliche Tätigkeit weiter, eventuell mit Einschränkungen ausüben oder ist eine berufliche Neuorientierung anzustreben. Als unbefriedigend ist ein nicht beherrschbares Rentenbegehren anzusehen.


Am Ende soll neben der Schmerzlinderung eine muskuläre Kräftigung, ein verbesserter Umgang mit der Erkrankung, die Bereitschaft zur Fortsetzung eines Heimtrainingsprogrammes, eine psychische Stabilisierung und die Bereitschaft zur weiteren Teilnahme am Arbeitsleben stehen.

3.3.8 Therapiekonzept unserer Klinik

In unserer Einrichtung kommt ein aktives Therapiekonzept zur Anwendung, an erster Stelle stehen die Krankengymnastik und die Medizinische Trainingstherapie, auch im Bewegungsbecken und als Aquatrainingstherapie. Dies wird täglich in mindestens 2 Anwendungen durchgeführt. Meist kommen Gruppentherapien zum Einsatz, da hier zusätzlich der motivierende Effekt der Gruppe mitgenutzt werden kann. Der Patient versucht dabei, besser oder mindestens gleich gut wie sein Nachbar zu sein. Eine krankengymnastische Einzeltherapie kommt nur ausnahmsweise zum Einsatz, wenn Gruppenbehandlungen nicht möglich sind.

Therapieschema – obligate Maßnahmen

- Wöchentlich 5mal, 45 min Trainingstherapie (Medizinische Trainingstherapie, Trampolin, Kletterwand u.a.)
- Wöchentlich 5mal, 30 min Krankengymnastik an Land und im Bewegungsbad in der Wirbelsäulen - bzw. Halswirbelsäulen-Gruppe
- Aquatrainingstherapie
- bei Bedarf Ergotherapie zur Verbesserung der Wirbelsäulenstatik
- Vorträge: Rückenschmerz; Arthrose
- Entspannungstherapie (Autogenes Training; Progressive Muskelrelaxation)



Pro Tag erhält jeder Patient im Durchschnitt 5-6 Behandlungen à 30-45min.
Nach einer Woche erfolgt die Vorstellung im Rahmen der Chefarztvisite zur Therapieüberprüfung

Unterstützt wird diese aktive Therapie durch entspannende Maßnahmen, wie Moorbäder und –packungen, Elektrotherapie, Hydrotherapie und medikamentöse Behandlungen, wobei aktive Behandlungen am Vormittag und entspannende am Nachmittag durchgeführt werden.

Obligat gehört bei Rückenschmerzpatienten zur Therapie das Erlernen einer Entspannungstechnik, entweder die Methode des Autogenen Trainings oder die Progressive Muskelrelaxation nach Jacobson. Bei Bedarf finden, überwiegend verhaltenstherapeutisch orientierte Einzelgespräche mit den Psychologen der Klinik statt.

Weiterhin gehört zur Haltungsverbesserung die Ergotherapie zur Verbesserung der Statik und zum Erlernen rückengerechter Verhaltensweisen im Beruf.

Jeder Patient erhält dabei 5-7 Behandlungen am Tag, dabei werden aktive Therapieformen am Vormittag und entspannende am Nachmittag durchgeführt. Zu viele Anwendungen allerdings werden vom Patienten kaum toleriert, da hier die Beanspruchung des Körpers zu groß ist, reichen die in 3 Wochen durchgeführten Behandlungen nicht aus, ist eventuell eine Verlängerung angezeigt. Die Indikation wird dazu während der Chefarztvisite gestellt, hier werden auch die Therapieformen und Anzahl überprüft und eine sozialmedizinische Beurteilung erstellt.

Therapieschema – ergänzende Maßnahmen

- Mooranwendungen als Vollbäder oder Packungen
- Medizinbäder
- Elektrotherapie (analgetischer Strom mit Vakuum; Mikrowelle; Ultraschall/Reizstrom; Kurzwellen; muskelstimulierende Ströme)
- Massagen (selten)
- selbständiges Ergometertraining auf Stationsebene
- Nutzung des Bewegungsbeckens nach Therapieende
- Sauna
- Schmerzlindernde Maßnahmen: Medikamente; Injektionen

In Seminaren und Rückenschulkursen erlernt der Patient weiterhin rückengerechte Verhaltensweisen für Alltag und Beruf und wird zu einer gesunden Lebensweise motiviert. Bei Übergewicht oder Stoffwechselerkrankungen stehen z.B. dafür Diätberatungen und Lehrküchenseminare bereit.

In der Freizeit kann das Bewegungsbecken genutzt werden, es werden geführte Radtouren und Wanderungen angeboten und es gibt die verschiedensten Vorträge und Veranstaltungen, zum Beispiel Kinofilme, Diavorträge, Theatervorführungen und Konzerte, um einen möglichst umfassenden Therapieerfolg zu erzielen.

Zum Schluss können bei Bedarf die Sozialarbeiter unserer Klinik Fragen zur Berufsförderung oder zur leidensgerechten Ausgestaltung des Arbeitsplatzes beantworten und die nötigen Schritte dazu einleiten.

4 Posturographie

Der Begriff Posturographie wird vom lateinischen Wort posture = Haltung abgeleitet, wobei Haltung als extrem labiles Gleichgewicht des aufrecht stehenden Menschen begriffen wird. Dabei wirkt der Tonus der Muskulatur als Kombination aus Neurotonus (Einfluß der motorischen Innervation), der Myotonus der Skelettmuskulatur und der Psychotonus als psychosensomotorische Einheit auf die Haltung. Es handelt sich um eine Haltungsanalyse des Menschen und die Beschreibung des Einflusses der verschiedenen Erkrankungen und Haltungstypen. Für ein sicheres Stehen und Gehen ist ein sehr sensibles Regulationssystem zuständig, das alle Schwankungen des Körpers und des Kopfes auf die aufrechte Ausgangshaltung zurückrechnet.

Alle Verfahren zur Haltungsanalyse werden dabei als Posturographie bezeichnet.

4.1 Direkte Posturographie

Hier wird eine Analyse ausgewählter Körperpunkte mittels Videoaufzeichnung durchgeführt und danach die Haltung und damit der Muskeltonus beurteilt. Dabei erfolgt eine Messung von Weggrößen zu direkter Analyse von Lage und Bewegung ausgewählter Messpunkte an Kopf und Körper und dadurch die Berechnung der Schwankung um die Nullstellung. Der Körper befindet sich dabei nie in einer absoluten Ruheposition, Haltung ist eine aktive sensomotorische Leistung, die durch psychische Faktoren modifiziert wird. Als optimal wird eine Haltung angenommen, die nur minimale Schwankungen um die Nullstellung aufweist.

Dabei wird ausgenutzt, daß die Bodenreaktionskräfte von Lebewesen von der Körperbewegung abhängig sind. Durch diese Analyse werden die sogenannten Körperschwerpunkte oder Center of Gravity erfaßt. Dies ist der Massenmittelpunkt, ein körperfester Punkt, in dem die Trägheitswirkung aller Kräfte auf den Körper durch eine

einzelne Gesamtkraft ersetzt wird (Resultierende Kraft), ohne daß sich an seinem Bewegungszustand etwas ändert (Witte 1997, 2003, Taguchi 1977, de Wit 1971).

4.2 Indirekte Posturographie

Dieses Verfahren wurde zur vorliegenden Untersuchung herangezogen. Es handelt sich um ein Verfahren, bei dem mittels Druckmeßplatten auf piezoelektrischem Wege Schwankungen in der Belastung der Füße, insbesondere der Relation zwischen Vor- und Rückfuß sowie im Rechts-Links-Vergleich und damit Tonusschwankungen in der Muskulatur erfaßt werden.

Das Verfahren basiert auf dem Prinzip der Reaktionskraftmessung mittels piezoelektrischer Dehnstreifen, bis jetzt hauptsächlich zur Bewertung vestibulärer Funktionen eingesetzt. Genutzt wird dabei der sogenannte Druckmittelpunkt oder Center of pressure, d.h. der Ort, an dem die Wirkungslinie der resultierenden Bodenreaktionskräfte die Oberfläche der Kraftmessplatte durchstößt. Es wird davon ausgegangen, daß eine Änderung der Haltung eine Veränderung der Lage dieses Druckzentrums beim Stehen bewirkt. Zur Messung wird die verformende Wirkung von Kräften auf Halbleiter und die damit erzielte Veränderung des elektrischen Widerstandes (piezoelektrischer Effekt, Ohmsches Gesetz) gemessen. Bei dem verwendeten System Tetrax der Firma Neurodata, Wien handelt es sich dabei um ein statisches Verfahren, die Kraftmeßplatten liegen dem Untergrund fest auf. Dynamische Verfahren nutzen zusätzlich dazu die Lageänderungen der Kraftmeßplatten die gekippt werden können.

Die Messzeit dauert bei dem verwandten Verfahren 30 Sekunden, mit einer Grundfrequenz von 32 Hz wird an 2 zweigeteilten Platten ein Schwingungsmuster registriert und anhand von über 900 Einzelwerten erfaßt (Kohen-Raz 1973, 1996, 1998, Bedienungsanleitung Tetrax).

Dieses Verfahren kommt schon seit Jahren erfolgreich in der Neurologie insbesondere bei Kleinhirnschädigungen und HNO-Medizin zur Einschätzung der Sturzgefährdung und zur Überprüfung des Therapieerfolges zum Einsatz. Die Grundlagen dazu wurden besonders von

Kohen-Raz aus Israel erforscht. Von ihm liegt auch eine Arbeit zur Untersuchung von Patienten mit chronischen Rückenschmerzen vor (mündliche Mitteilung 2005).

Wie er mündlich mitteilte, wurden zunächst die Frequenzen 1-8 willkürlich gewählt, dazu die Rechts-Links-Differenz und das Verhältnis von Zehen- zum Fersenstand. Empirisch wurden dann den einzelnen Frequenzen und Körperhaltungen Normal- und pathologische Werte zugeordnet.

Der obere Teil der Grafik Frequenz 1-8 repräsentiert dabei zentrale Vorgänge wie zentrale Gleichgewichtsstörungen, dementielle Veränderungen, Apoplexie, Sehstörungen, und Stoffwechselstörungen, der untere Teil erfaßt die Veränderungen am Haltungs- und Bewegungssystem.

Zur Messung dienen 8 Positionen.

Folgende Zuordnungen konnten dabei experimentell bestätigt werden (Kohen-Raz et al 1998).

Position 1 Augen offen, feste Unterlage, pathologisch bei schweren Angststörungen.

Position 2 Augen geschlossen, feste Unterlage, entspricht dem klassischen Romberg-Test.

Beim Schließen der Augen fällt die visuelle Information aus, das Gleichgewichtsorgan wird stärker repräsentiert, eine verminderte Stabilität bei geschlossenen Augen weist auf zentralnervöse Störungen hin.

Position 3 Augen offen, weiche Polsterung pathologisch vor allem bei visuellen Problemen, während orthopädische Patienten diese Position wegen der weichen Unterlage oft besser tolerieren.

Position 4 Augen geschlossen, weiche Polsterung, pathologisch bei vestibulären Störungen. Durch die Polsterung wird die Abschwächung der propriozeptiven Information durch die Fußsohle verstärkt, bei geschlossenen Augen wird hier das vestibuläre System überfordert
Position 5 und 6 Kopfwendung nach rechts und links Links-Rechts-Asymmetrie beim Stand.

Position 7 Vorneigen des Kopfes, ist pathologisch bei zentralen Störungen, aber auch nach Halswirbelsäulentraumen und vestibulären Schwindel.

Position 8 Zurückneigen des Kopfes, zeigt eine Störung der cervicalen Region.

Bei der Auswertung erfolgt zunächst die Darstellung eines Summenscores, Normalwerte (weiße Felder) besitzen einen Punktwert von Null, Abweichungen Feld einfach gestrichen=1 Punkt, gekreuzt gestrichen=2 Punkte und das geschwärzte Feld entspricht 3 Punkte als hochpathologischer Wert. Hier kann schon als Übersicht eine Aussage getroffen werden, zum einen sprechen Pathologien in der oberen Hälfte eher für zentralnervöse Störungen und Stoffwechselerkrankungen und in der unteren Hälfte für Erkrankungen des Haltungs- und Bewegungsapparates, nach einer mündlichen Mitteilung von Kohen-Raz (2003), allerdings waren diese Zusammenhänge bis jetzt nur für die Halswirbelsäule nachgewiesen, eine Untersuchung an Patienten mit chronischem Rückenschmerz, allerdings ohne Therapie und Verlaufbeobachtung ist noch nicht veröffentlicht, zum Anderen kann durch Vergleich der Messwerte vor und nach Therapie schon eine Aussage über den Therapieerfolg getroffen werden.

Aus diesen Messpunkten werden dann noch weitere Parameter statistisch erfaßt.

Zunächst der Stabilitätsindex ST, je höher dieser Wert, desto instabiler steht der Patient, dann die Harmonie der Gewichtsverteilung WDI, je höher dieser Wert, desto schlechter steht der Patient, ist er unterdurchschnittlich, kann dies für eine übertriebene Steifheit oder Hypertonus der Körperhaltung sprechen.

Der HEEL-Wert zeigt die Gewichtsverteilung zwischen der Ferse und den Zehen an, hier findet sich bei dieser Untersuchung ein auffälliger Fersenstand bei Patienten unserer Klinik, der sich in der Kontrollgruppe und auch bei weiteren Untersuchungen an der Klinik der Deutschen Rentenversicherung Bund Dübener Heide bei gesunden Probanden nicht nachweisen läßt.

Der Wert AB-BC zeigt ebenfalls die Gleichgewichtsreaktion der Probanden, wobei die Buchstaben A und B den vorderen Abschnitt der linken und rechten Meßplatte oder den Zehen repräsentieren, C und D den Fersenabschnitt.

Die 8 Frequenzbereiche lassen sich nach Kohen-Raz et al 1998 folgenden Reaktionen zuordnen:

Frequenz 1: 0,01 - 0,1 Hertz auffällig bei visuellen Syndromen (Sehstörungen bis Blindheit, Gesichtsfeldausfälle).

Frequenz 2 - Frequenz 4: 0,1 - 0,5 Hertz entsprechen Veränderungen des peripheren Vestibularsystems.

Frequenz 5 - Frequenz 7: 0,5 - 1 Hertz entsprechen dem somatosensorischen Vestibulärsystem.

Frequenz 8: 1 Hertz und mehr, dies spricht für Störungen im zentralen und cerebellaren System.

Diese Frequenzbereiche lassen sich einer Fourier-Analyse unterziehen.

Joseph Fourier war ein Mathematiker, der von 1768-1830 lebte, seine Analyse basiert auf dem mathematischen Prinzip, daß sich jede periodische Funktion als Kombination von harmonischen Abschnitten darstellen lässt und daraus eine Vergleichbarkeit der Messwerte der unterschiedlichen Probanden geschaffen werden kann.

Das Ursprungssignal wird dabei approximiert durch die Summation von periodischen Funktionen, hier die unterschiedlichen Drücke, die auf die Kraftmeßplatten wirken. Der Frequenzgehalt des Ursprungssignals wird dabei durch die Approximationsfunktion und deren Frequenzspektrum beschrieben.

Zur Berechnung des Frequenzspektrums nutzt das Programm Tetrax den FFT (Fast Fourier Transformation) Algorithmus. Mit Hilfe dieser Analyse wurden die 4 voneinander unabhängigen Kraft-Zeit-Signale der Kraftmeßplatten in einem Spektrum dargestellt, das in die oben genannten 8 Frequenzbänder unterteilt ist.

Das Rohsignal ist die Kraftwirkung an den 4 Messpunkten in Abhängigkeit von der verstrichenen Zeit. Das Spektrogramm zeigt aber die Intensität der Kraftwirkung in Abhängigkeit von der Frequenz dar.

Die 8 Frequenzbereiche wurden dann unter funktionalen Gesichtspunkten als die 4 Frequenzbänder der posturalen Subsysteme zusammengefasst.

Da diese posturalen Systeme zentralnervöse und vestibulare Störungen hervorragend erfassen können, lag nun der Schluss nahe, sie auch für periphere lumbale Störungen zu nutzen, insbesondere um den Therapieerfolg oder das Scheitern der bisherigen Therapiekonzepte bei der Rehabilitation von Rückenschmerzpatienten nachweisen zu können, da für eine optimale Haltung ein gut funktionierendes das Achsenorgan stabilisierender Muskeltonus erforderlich ist.

5 Material und Methoden

133 Probanden im Alter von 18 – 63 Jahren mit einem Altersdurchschnitt von 43,1 Jahren, davon 32 Männer und 101 Frauen wurden mittels indirekter Posturographie mit einem Gerät der Firma Neurodata, Wien untersucht, dabei wurde auf folgende Art vorgegangen:

Die Probanden wurden in 4 Gruppen eingeteilt und zwar erstens nach der Schwere ihrer beruflichen Tätigkeit in „Sekretärinnen“ und „Bauarbeiter“. Weiterhin erfolgte die Aufteilung in eine aktive und passive Gruppe, wobei die passive als Kontrollgruppe dient.

Die aktive Gruppe wurde von den Patienten unserer Reha-Klinik gebildet, die wegen Rückenschmerzen zu einer 3-4-wöchigen Rehabilitationsmaßnahme sich in unserer Einrichtung befanden. Ausschlusskriterien waren dabei ein Alter über 65 Jahre, spezifische Entzündungen oder Tumore der Wirbelsäule und weniger als 3 Monate zurückliegende Operationen an der Wirbelsäule und der unteren Extremität.

Diese erhielten während der stationären Aufnahme ein standardisiertes Programm mit täglicher Trainingstherapie, einschließlich Schulung auf dem Trampolin und die Kletterwand, krankengymnastische Übungen als Gruppen- und Einzeltherapie, Mooranwendungen, Elektrotherapie, tgl. bestand die Möglichkeit zur abendlichen Nutzung des Therapiebeckens zum freien Schwimmen. Obligat war weiterhin das Erlernen einer Entspannungsmethode, entweder das Autogene Training oder die Progressive Muskelrelaxation nach Jacobson.

Bei Bedarf konnten psychologische Einzelgespräche, meist verhaltenstherapeutisch orientiert, durchgeführt werden. Medikamente wurden während dieser Zeit weiter eingenommen oder, wenn erforderlich, neu angesetzt. Bei Bedarf wurde eine Neuraltherapie, meist Infiltrationen der Gelenkfacetten oder der Iliosakralgelenke, seltener epidurale Applikationen, durchgeführt. Während dieser Zeit erfolgte jeweils eine Chef- und Oberarztvisite, um den Therapieplan zu überprüfen und gegebenenfalls zu modifizieren und um eine sozialmedizinische Leistungsbeurteilung zu erstellen.

Die Kontrollgruppe wurde aus Mitarbeitern des Eisenmoorbades gebildet, Schreibkräfte, Sekretärinnen, Schwestern, Haushandwerker und Küchenpersonal mit und ohne Rückenschmerzen. Diese Gruppe erhielt keine Therapie.

Am Aufnahmetag bzw. am Tag des Studienbeginnes für die Kontrollgruppe erfolgten Befragungen zur beruflichen Anamnese, zu Rückenschmerzen und der Schmerzintensität, wobei eine 10-stufige Analogskala genutzt wurde, Körpergröße und Gewicht, Familienstand, Geschlecht, sportliche Aktivität und Arbeitsfähigkeit oder –unfähigkeit. Dann erfolgte eine klinische Untersuchung, bei der die Wirbelsäulenbeweglichkeit überprüft wurde, dazu dienten die Untersuchungen nach Schober und Ott sowie die Bestimmung der Lateralflexion, die Bauchmuskelkraft nach Janda und der Zustand der Rückenmuskulatur (Verkürzung, Verspannung, einseitiger Lendenwulst). Danach wurde die Messung am Posturomed (Tetrax-System der Firma Neurodata, Wien) durchgeführt.

Erwartet wurde eine deutliche Verbesserung des Stehverhaltens durch eine Harmonisierung des Muskeltonus (Dehnung der verkürzten Rückenstrecker = Senkung des pathologisch gesteigerten Tonus dieser Muskelgruppen und eine Kräftigung der Bauchmuskulatur = Steigerung des abgeschwächten Tonus dieser Muskeln) durch eine intensive krankengymnastische und Trainingstherapie bei den aktiven Gruppen, nachweisbar durch die posturographisch bestimmten Werte, eine Schmerzlinderung und die klinische Untersuchung, die passiven Kontrollgruppen sollten keine Veränderungen aufweisen. Als Endpunkt oder Kontrollzeitpunkt 2 diente der letzte Behandlungstag der aktiven Gruppe oder 3 Wochen nach der Erstuntersuchung der passiven Kontrollgruppe.

Die erfassten Daten wurden in ein Statistikprogramm transferiert (SPSS Version 11,5), folgende Testarten kamen dabei zum Einsatz: Zum ersten der Chi-Quadrat-test, um statistisch signifikante Zusammenhänge, sowohl positiv als auch negativ zur Darstellung zu bringen. Danach der Wilcoxon Paar Vergleichstest für unverbundene Stichproben, der bei relativ kleinen Zahlen besser als der oben genannte test signifikante Unterschiede erfassen kann und zum Schluß wurden die bei der Posturographie bestimmten Funktionen einer Fourier-Harmonie unterzogen, dadurch wurden die durch die Messplattformen gewonnen Kraft- Zeit-Diagramme in Spektrogramme umgewandelt, um hier vergleichbare Ergebnisse zu erreichen.



Abbildung 6 - Zeichen nach Ott (Ansicht 1)

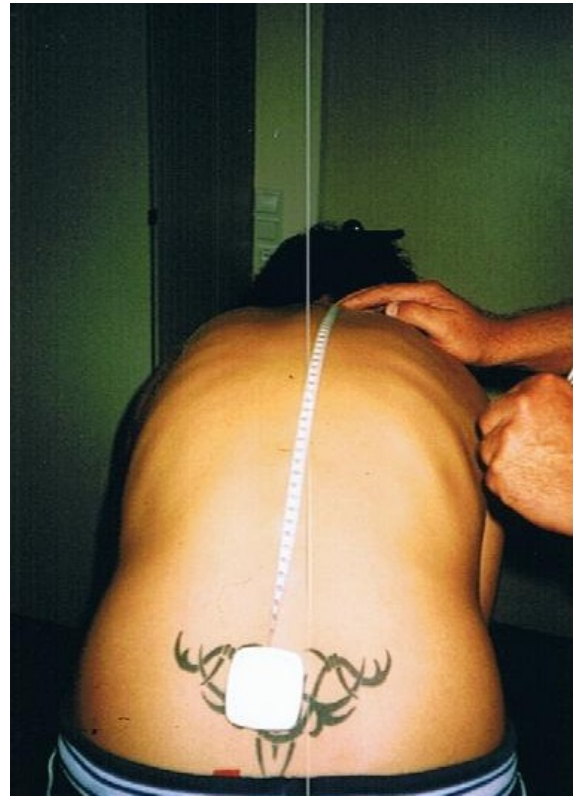


Abbildung 7 - Zeichen nach Ott (Ansicht 2)



Abbildung 8 - Zeichen nach Schober (Ansicht 1)

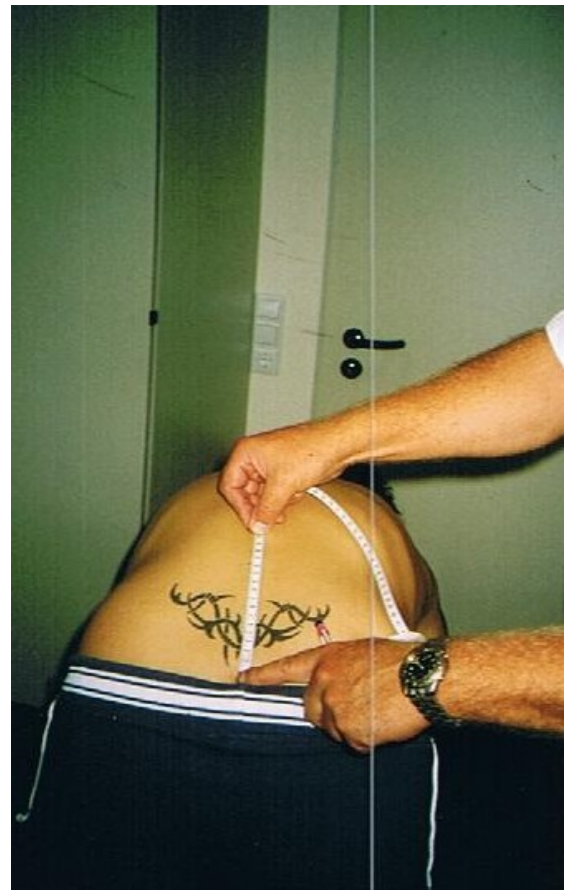


Abbildung 9 - Zeichen nach Schober (Ansicht 2)



Abbildung 10 – Lateralflexion (Ansicht 1)



Abbildung 11 - Lateralflexion (Ansicht 2)



Abbildung 12 - Bauchmuskeltest

Es wurden dabei 8 Messpositionen genutzt. Bei der ersten steht der Proband mit offenen Augen auf der Messplattform, der Blick ist geradeaus gerichtet, die zweite entspricht der ersten, nur sind hier die Augen geschlossen. Bei der 3. und 4. Messung werden diese Stellungen wiederholt, nur liegt hier ein Schaumstoffpolster auf der Messplattform.

Die 5. Messung, der Proband steht wieder nur auf der Messplattform, der Kopf ist nach rechts um ca. 60° rotiert, die Augen geschlossen. Bei der 6. Messung ist der Kopf um 60° nach links rotiert, bei der 7. In den Nacken geneigt und bei der 8. Position wird der Kopf nach vorn geneigt, die Augen sind immer geschlossen.



Abbildung 13 -
Posturographie; ausgewählte
Stellungen (Ansicht 1)/
Position 1 und 2



Abbildung 14 - Posturographie; ausgewählte Stellungen (Ansicht 2)/ Position 3 und 4



Abbildung 15 - Posturographie; ausgewählte Stellungen (Ansicht 3)/ Position 5



Abbildung 16 - Posturographie; Messplatz

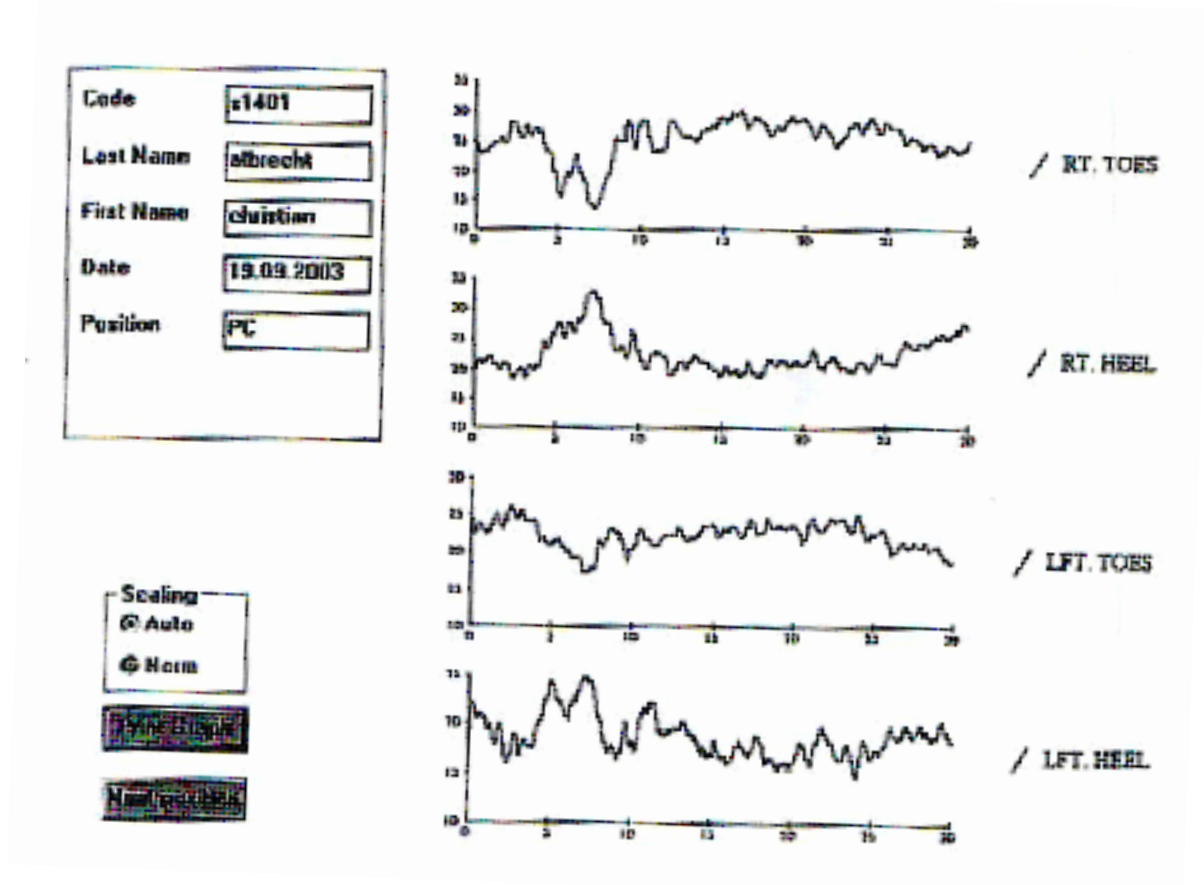


Abbildung 17 – Einzelmessung Posturographie

Code 50151 Last Name First Name Date 05.06.2 Legend SS values 0 to 1.5 1.5 to 3 3 to 6 6 --> 	Summary Report								
		NO	NC	PO	PC	HR	HL	HB	HF
	ST								
	F1								
	F2-F4								
	F5-F6								
	F7-F8								
	W.D.								
	WDI								
	SYN L \ R								
	TOES								
	HEEL								

Abbildung 18 – Summenscore

Code S0152		Summary Report							
Last Name <input type="text"/>		NO	NC	PO	PC	HR	HL	HB	HF
First Name <input type="text"/>		ST							
Date 02.07.2		F1							
Legend		F2-F4							
SS values		F5-F6							
0 to 1.5		F7-F8							
1.5 to 3		W.D.							
3 to 6		WDI							
6 ->		SYN L & R							
		TOES							
		HEEL							

Abbildung 19 - Summenscore mit deutlich gestörtem Haltungsgefühl

Am Ende der dritten Woche wurde der Proband noch einmal einbestellt, nach seiner Schmerzintensität und nach seiner Zufriedenheit befragt und die klinische Untersuchung wiederholt.

Danach erfolgte noch einmal die Messung mittels Posturomed. Die Daten wurden miteinander verglichen und mittels eines Statistikprogrammes (SPSS Version 11,5) ausgewertet.

Erwartet wurde eine deutliche Verbesserung bei der aktiven Gruppe, die Kontrollgruppe sollte dazu dienen, die individuelle Schwankungsbreite dieser Methode zu erfassen.

6 Ergebnisse

Für die Untersuchung stellten sich insgesamt 133 Probanden (32 Männer und 101 Frauen mit einem Durchschnittsalter von 43,1 Jahren) zur Verfügung. Dabei wurde die aktive Gruppe durch Patienten gebildet, die sich zu einer stationären Reha-Maßnahme in unserer Klinik befanden, es handelte sich um 86 Personen. Die Kontrollgruppe wurde von 47 Mitarbeitern unserer Einrichtung gebildet.

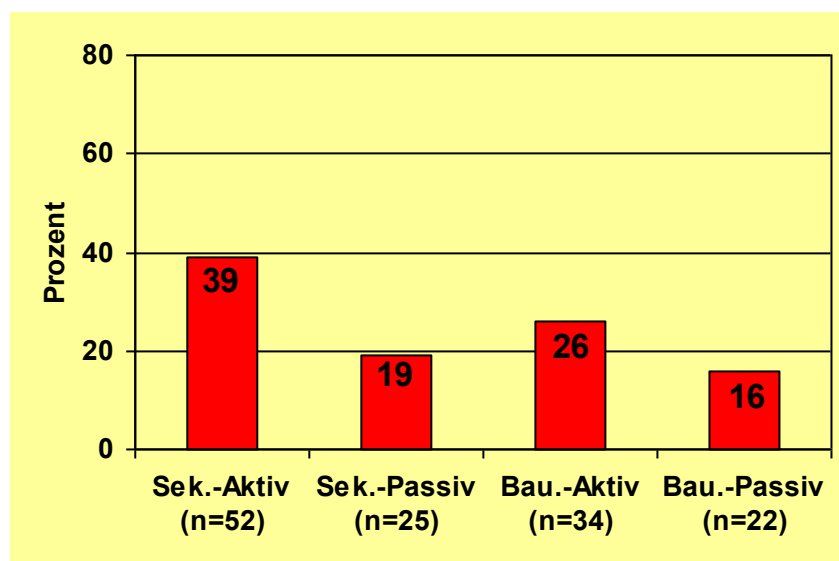


Abbildung 20 - Gruppenverteilung der Probanden

Dann erfolgte eine weitere Unterteilung nach der Arbeitsschwere, als Sekretärinnen und Bauarbeiter bezeichnet. Insgesamt zeigte sich folgende Verteilung: Sekretärinnen aktiv 52 (11 Männer und 41 Frauen, zwischen 29 und 61 Jahren, Altersdurchschnitt 44,5 Jahre), Sekretärinnen passiv 25 (4 Männer und 21 Frauen, 18 – 63 Jahre, Altersdurchschnitt 34,5 Jahre), Bauarbeiter aktiv 34 (18 Männer und 16 Frauen, 29 – 59 Jahre, Altersdurchschnitt 43,2 Jahre) und Bauarbeiter passiv 22 (11 Männer und 11 Frauen, 18 – 55 Jahre, Altersdurchschnitt 29,1 Jahre). Die geringe Zahl der Kontrollgruppe Bau lässt sich darauf zurückführen, dass schwere körperliche Tätigkeiten in einer Reha-Klinik nicht im nennenswerten Umfang außer den Haushandwerkern und dem Küchenpersonal anfallen.

Mit 74% überwogen dabei Frauen, wobei auch Männer, die als Sachbearbeiter oder in ähnlich körperlich leichten Berufen tätig waren, in die Gruppe der „Sekretärinnen“ aufgenommen wurden, Frauen mit schweren Berufen, wie eine Eisenflechterin kamen in die Gruppe der „Bauarbeiter“, so daß beide Geschlechter sowohl in den Gruppen mit leichter als auch schwerer körperlicher Tätigkeit vertreten waren.

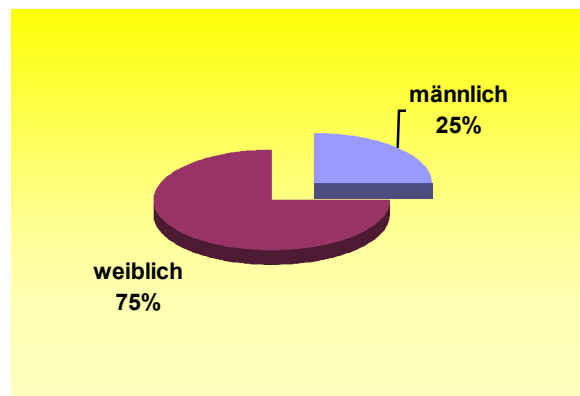


Abbildung 21 –
Geschlechtsverteilung n=133

Als Messzeitpunkt 1 der aktiven Gruppe diente der Aufnahmetag, eine Behandlung war noch nicht erfolgt, bei der passiven Kontrollgruppe war Messzeitpunkt eins die Erstuntersuchung. Zuerst wurde eine Befragung der Probanden durchgeführt und folgende Parameter erfaßt: Alter, Beruf, Größe, Gewicht, Geschlecht, Schmerzintensität, Arbeitsunfähigkeit (Diagramm 3) und Arbeitslosigkeit sowie sportliche Betätigung. Danach wurde eine klinische Untersuchung durchgeführt, hierbei wurden die Messungen nach Ott und Schober und die Lateralflexion der Wirbelsäule vorgenommen, um die Beweglichkeit der Wirbelsäule zu erfassen und damit eine Einteilung in Hypermobilität und Hypomobilität zu ermöglichen sowie der Verkürzungsgrad der Rückenstrecker und der Trainingszustand der Bauchmuskulatur anhand der Stadieneinteilung nach Janda 0-5 bestimmt. Im Anschluss daran wurde die posturographische Untersuchung wie bei Material und Methoden beschrieben, durchgeführt.

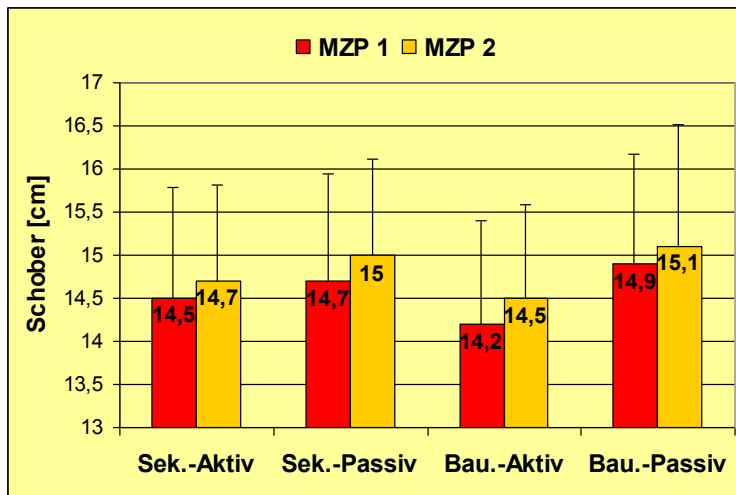


Abbildung 22 - Zeichen nach Schober

N=133

Sek. Aktiv unterscheiden sich hinsichtlich der Bauchmuskelkraft nicht signifikant von der Gruppe Bau. Aktiv ($p = 0,633$).

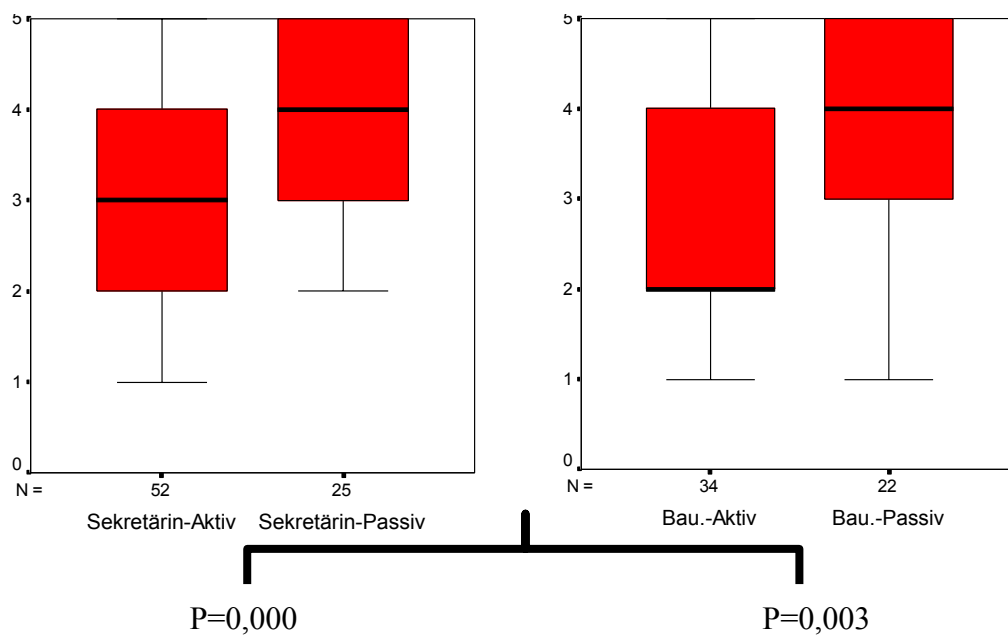


Abbildung 23 – Bauchmuskelkraft nach Janda MZP 1

Am Ende der Rehabilitationsmaßnahme oder nach 3 Wochen bei der Kontrollgruppe wurde diese Befragung, Untersuchung sowie posturographische Messung wiederholt, bei der aktiven Gruppe wurde zusätzlich noch die subjektive Zufriedenheit mit der Behandlung und unserer Einrichtung erfaßt, (Messzeitpunkt 2).

Aktiv (n=52)

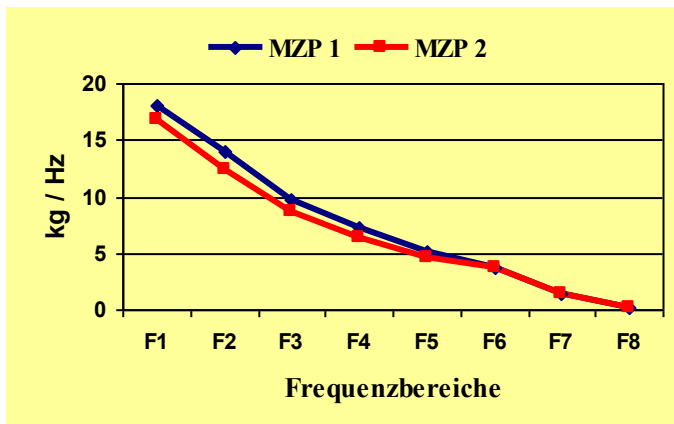


Abbildung 24 - Fourier-Harmonie –
Reizschwache Berufe Aktiv MZP1

$$y = -8,8 \ln(x) + 19,1; R^2 = 0,99$$

$$y = -8,0 \ln(x) + 17,3; R^2 = 0,99$$

Passiv (n=25)

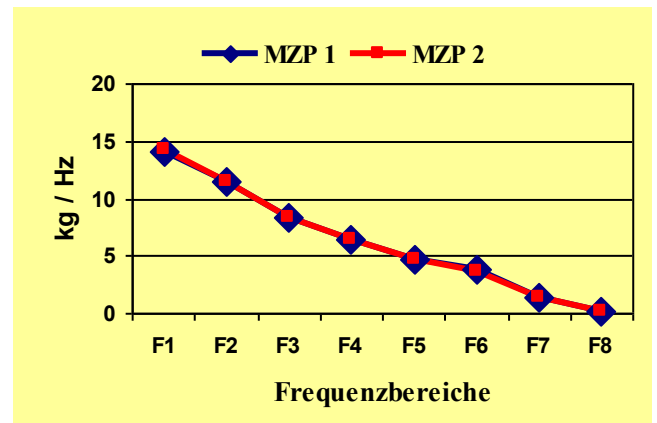


Abbildung 25 - Fourier-Harmonie –
Reizschwache Berufe Passiv

$$y = -6,7 \ln(x) + 15,2; R^2 = 0,97$$

$$y = -6,8 \ln(x) + 15,4; R^2 = 0,97$$

Fourier-Harmonie – Reizstarke Berufe

Aktiv (n=34)

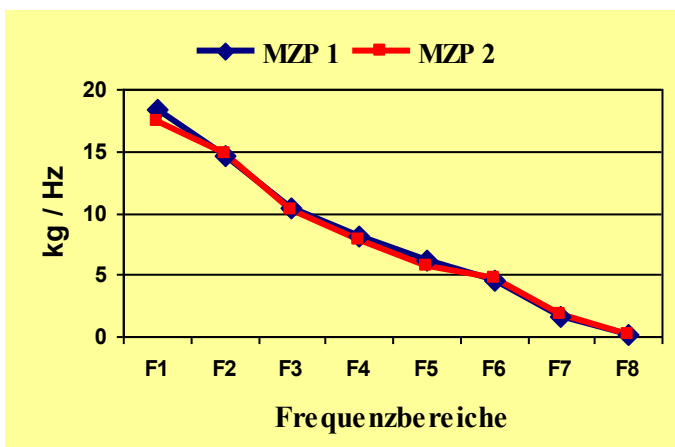


Abbildung 26 - Fourier-Harmonie –
Reizstarke Berufe Aktiv

$$y = -8,8 \ln(x) + 19,6; R^2 = 0,98$$

$$y = -8,4 \ln(x) + 18,9; R^2 = 0,96$$

Passiv (n=22)

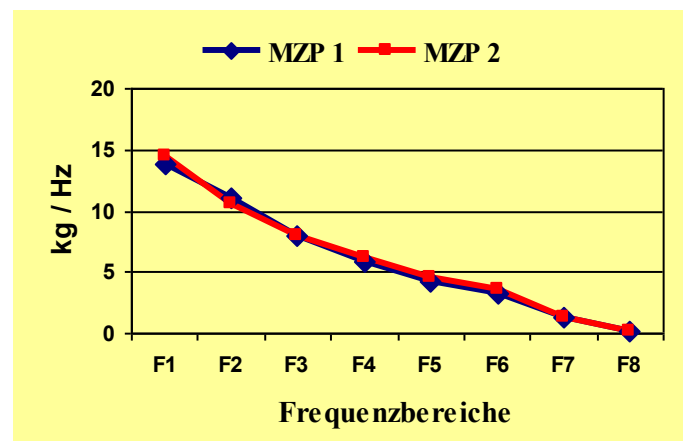


Abbildung 27 - Fourier-Harmonie –
Reizstarke Berufe Passiv

$$y = -6,7 \ln(x) + 14,8; R^2 = 0,98$$

$$y = -6,8 \ln(x) + 15,1; R^2 = 0,99$$

Am Beginn der Reha-Maßnahme waren 50% der Sekretärinnen und 45% der Bauarbeiter arbeitsunfähig, die Probanden der Kontrollgruppen waren alle arbeitsfähig.

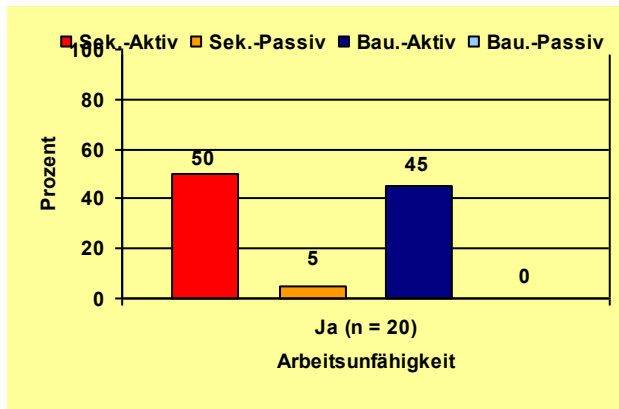


Abbildung 28 – Arbeitsunfähigkeit in Prozent (Sekretärin .aktiv n=52, passiv n=25 Bau aktiv n=34, passiv n=22)

Folgende Altersverteilung konnte ermittelt werden: 2% der Sekretärinnen aktiv, 16% der Sekretärinnen passiv, 6% der Bauarbeiter aktiv und 55% der Bauarbeiter passiv waren unter 30 Jahre, zwischen 30 und 40 Jahren waren 21% der Sekretärinnen aktiv, 52% der Sekretärinnen passiv und 29% der Bauarbeiter aktiv, zwischen 40 und 50 Jahren lagen 25% der Sekretärinnen aktiv, 15% der passiven Gruppe, 38% der Bauarbeiter aktiv und 41% passiv, 52% der Sekretärinnen aktiv, 16% passiv, 27% der Bauarbeiter aktiv und 4% passiv waren über 50 Jahre. Dies entspricht dem Altersdurchschnitt der Patienten in unserer Reha-Klinik.

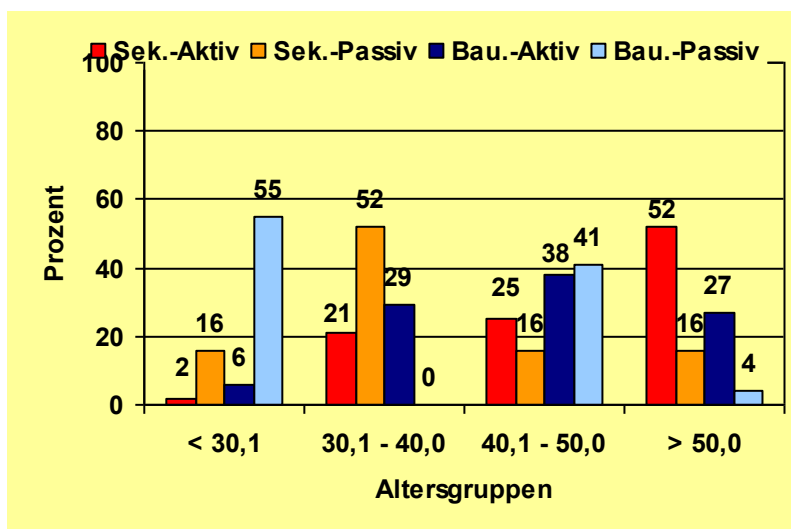


Abbildung 29 - Altersverteilung

Die ermittelte Rückenschmerzintensität anhand einer 10-stufigen visuellen Analogskala war bei der Altersgruppe über 50 Jahren bei allen Probanden am stärksten ausgeprägt, bei der Gruppe unter 30 Jahren bestanden kaum Rückenschmerzen, wobei diese Probanden überwiegend der passiven Kontrollgruppe zugehörig waren.

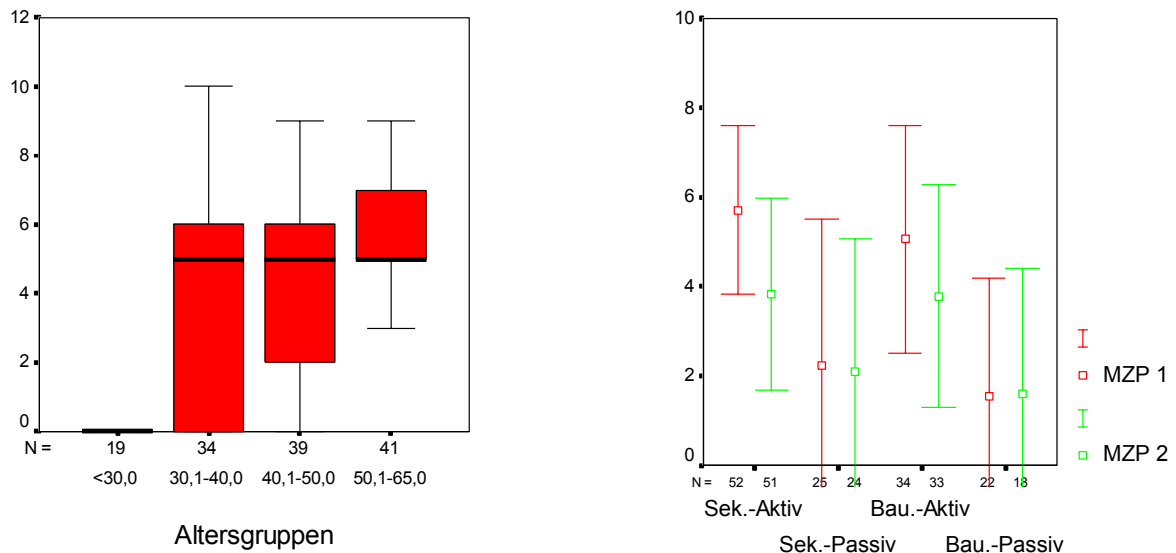


Abbildung 30 -
Rückenschmerzintensität

Bei der Body Mass Index-Verteilung fiel ein deutliches Übergewicht auf, (Diagramm 6) zwischen 21–25% Body Mass Index lagen 46% der Sekretärinnen aktiv und 60% passiv, 18% der Bauarbeiter aktiv und 23% passiv, 11% der Sekretärinnen aktiv, 12% passiv, 41% der Bauarbeiter aktiv und 36% passiv lagen sogar bei über 30% Body Mass Index.

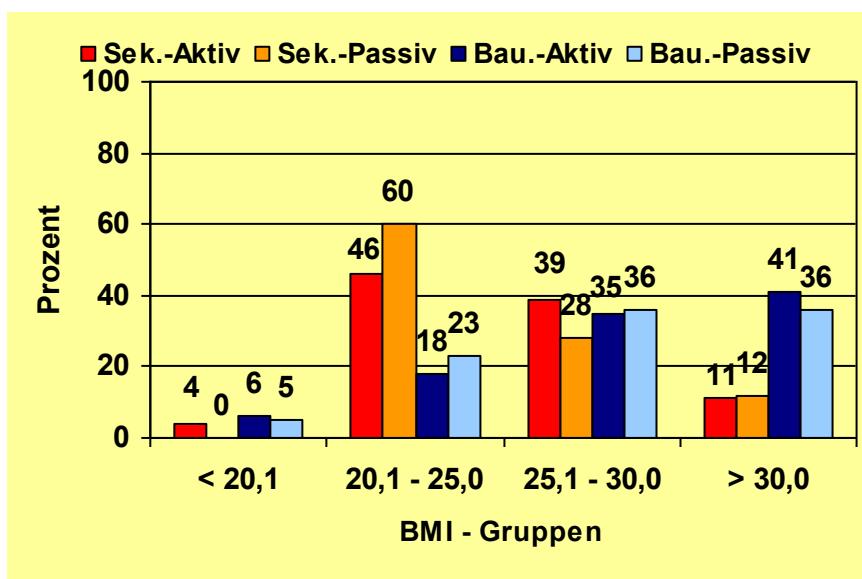


Abbildung 31 – BMI¹⁰

Die Rückenschmerzintensität war allerdings bei einem Body Mass Index von 20–25 am stärksten ausgeprägt, sowohl bei normalgewichtigen als auch stark übergewichtigen Probanden war die Rückenschmerzintensität geringer ausgeprägt.

Rückenschmerz/Body Mass Index (Messzeitpunkt 1)

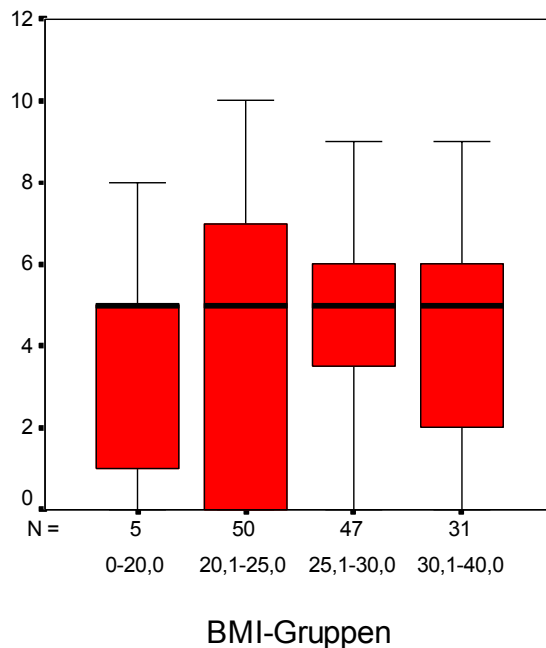


Abbildung 32 - BMI Gruppen

n=133

71% der Probanden waren verheiratet, 80 Prozent der verheirateten und 41% der Ledigen litten an Rückenschmerzen, dies läßt sich aber auch aus der Altersverteilung erklären, je älter ein Proband, desto mehr leidet er an Rückenschmerzen und desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß er verheiratet ist.

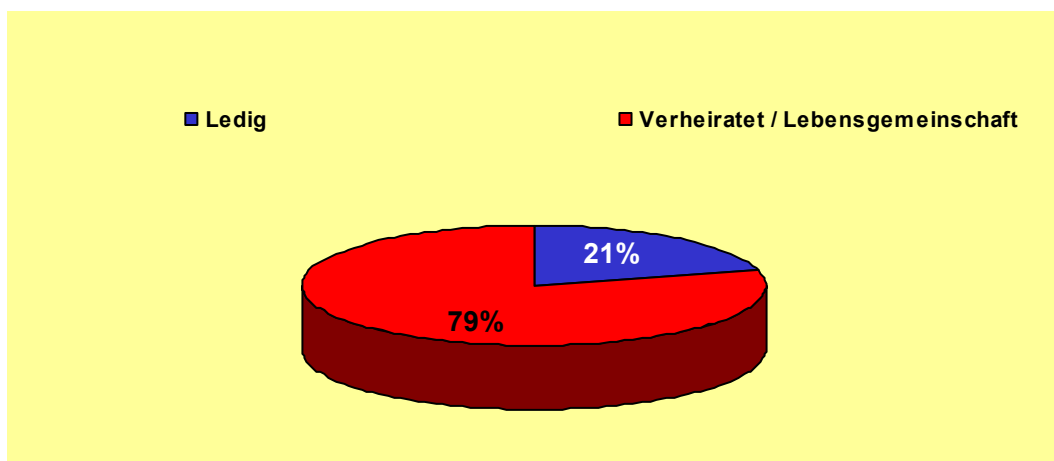


Abbildung 33 - Rückenschmerz / Personenstand (MZIP 1) (Diagramm 1)

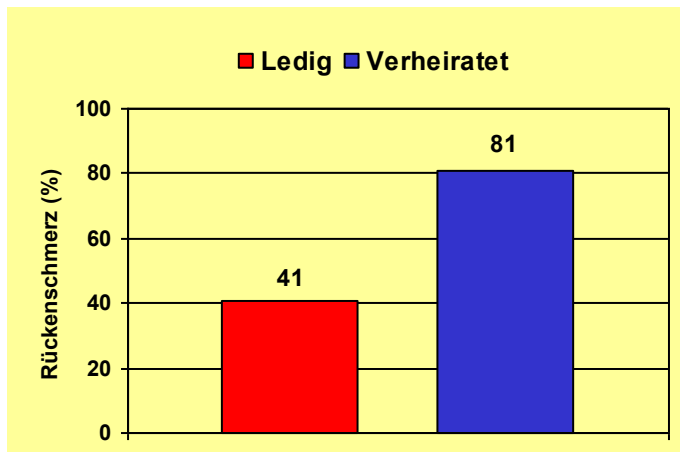


Abbildung 34 - Rückenschmerz /
Personenstand (MZP 1) (Diagramm 2)

Nur 38% der Probanden gingen einer regelmäßigen sportlichen Betätigung nach, dabei war zu erkennen, daß Angehörige von Berufen mit leichter körperlicher Tätigkeit häufiger Sport trieben als bei schwerer körperlicher Arbeit. 48% der Sekretärinnen aktiv und 56% der passiven Gruppe gegen 21% der Bauarbeiter aktiv und 18% Bauarbeiter passiv. Die Rückenschmerzintensität war bei den Nichtsportlern mit 75% etwas höher ausgeprägt als bei den Sportlern mit 70%, allerdings handelte es sich dabei meist um gelegentliche sportliche Betätigung in der Freizeit, nur selten um regelmäßiges Training unter Kontrolle durch ausgebildete Trainer, auch hierbei handelt es sich bei unserem Patientengut um eine Negativauswahl, wer gut trainiert und schmerzfrei ist, hält sich nicht in einer Rehabilitationsklinik als Patient auf.

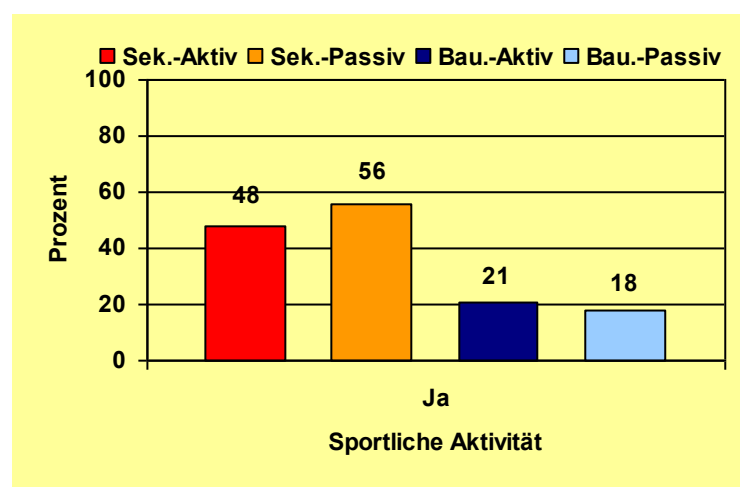
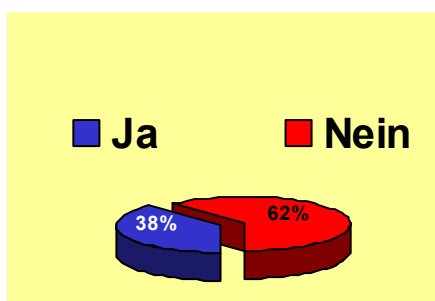


Abbildung 35 - sportliche Aktivität
n=133

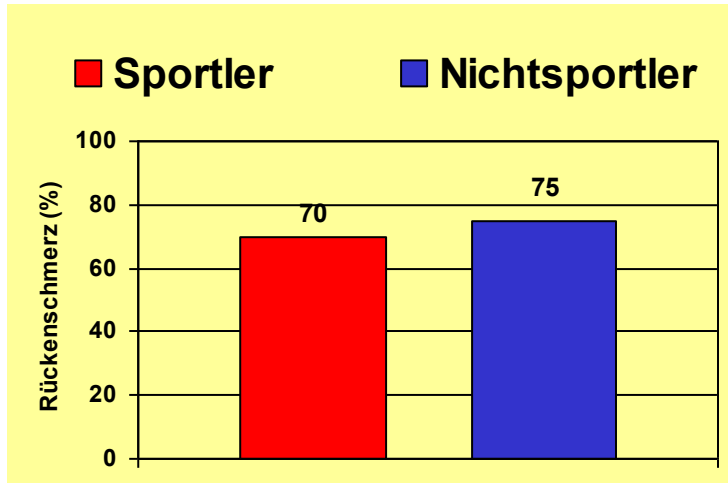


Abbildung 36 - Rückenschmerz / sportliche Aktivität (Messzeitpunkt 1)

Es wurde die Beweglichkeit der Wirbelsäule durch die Zeichen nach Schober und Ott sowie die Lateralflexion erfaßt. Hier konnte eine leichte Verbesserung durch die Therapie erreicht werden. Der durchschnittliche Wert zum Messzeitpunkt eins lag bei den Sekretärinnen aktiv bei 10:14,5 cm, Messzeitpunkt 2 14,7 cm, Bau aktiv 14,2 zu 14,5 cm, aber auch die Kontrollgruppen zeigten ähnliche Messwerte. Auch die Lateralflexion zeigte bei beiden Messzeitpunkten zwischen den Angehörigen der aktiven Gruppe keine wesentlichen Unterschiede.

Die Bauchmuskelfraft, die in den Stufen 0-5 nach Janda gemessen wurde, konnte bei den Sekretärinnen aktiv von durchschnittlich 2-3 auf 4 und bei den Bauarbeitern von 2 auf 4 gesteigert werden, die Kontrollgruppen zeigten erwartungsgemäß keine Änderung der Muskelkraft.

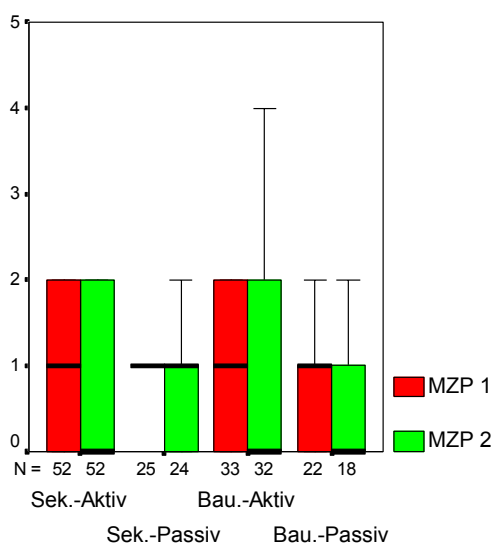


Abbildung 37 – Lateralflexion min. 20° max. 50°

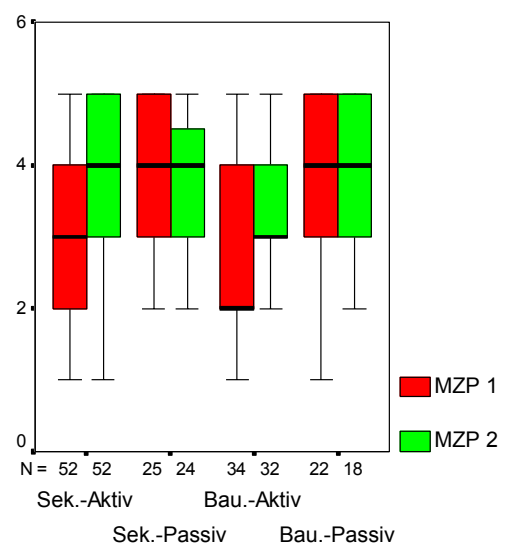


Abbildung 38 - Muskelkrafttest - Musculus rectus abdominis

Die Verkürzung der Rückenmuskulatur konnte bei den aktiven Gruppen deutlich gebessert werden, (Diagramm 38 und 39) lagen bei den Sekretärinnen aktiv zum Messzeitpunkt eins bei 81% eine verkürzte Muskulatur vor, waren es zum Messzeitpunkt 2 nur 67%, bei den Bauarbeitern aktiv zum Messzeitpunkt 1 91%, bei 2 78%, bei den Sekretärinnen passiv kam es ebenfalls zu einer Verbesserung von 44 auf 29%, bedingt durch die eigene sportliche Betätigung, die Gruppe Bauarbeiter passiv zeigte kaum Veränderungen.

Die Zeichen nach Schober und Ott wurden in 3 Gruppen erfaßt, hypomobil, normomobil und hypermobil und hinsichtlich ihres Zusammenhanges zur Rückenschmerzintensität überprüft. (Diagramm 14 und 15), Hier zeigt sich, daß bei normo- und hypermobilen Probanden die durchschnittliche Rückenschmerzintensität sich nicht voneinander unterschied, bei Schober normomobil 3,91, hypermobil 3,27, bei hypomobilen Probanden lag die Rückenschmerzintensität mit 6,94 bei Aufnahmeuntersuchung deutlich höher, daß heißt, je verkürzter die langen Rückenstrecker im Lumbalbereich sind, desto höher ist die Rückenschmerzintensität. Da im Allgemeinen davon ausgegangen wird, das die Hypermobilität und nicht die Hypomobilität eine wesentliche Ursache für Rückenschmerzen ist, (Müller et al) scheint hier auf den ersten Blick ein Widerspruch zu bestehen. Es ist aber davon auszugehen, daß es sich um eine muskuläre Ruhigstellung handelt, schmerzende Strukturen sollen nicht bewegt werden, was steif ist, kann nicht schmerzen, eine segmentale Instabilität und Hypermobilität der Wirbelgelenke, die als Schmerzursache dienen kann, wird dadurch nicht ausgeschlossen.

Sek. Aktiv unterscheiden sich hinsichtlich der Verkürzung der Rückenmuskulatur nicht signifikant von der Gruppe Bau. Aktiv ($p=0,190$).

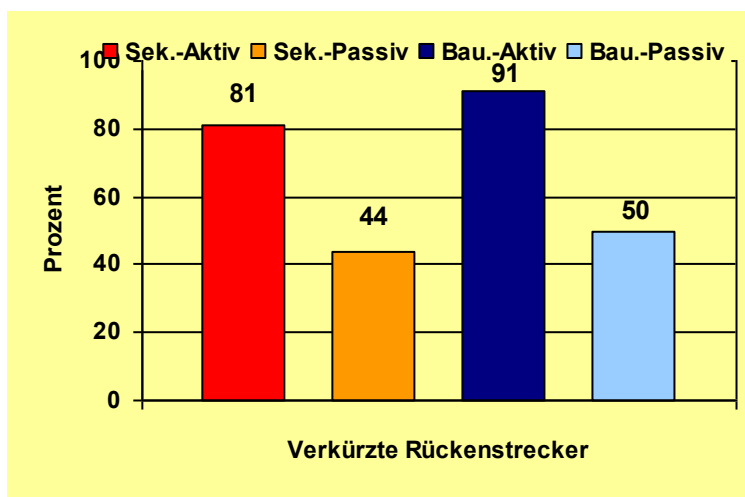


Abbildung 39 - verkürzter Rückenstrecker

Korrelationen mit Rückenschmerzintensität
(Über alle Probanden zum Messzeitpunkt 1)

Bauchmuskelfkraft:	$r=-0,514$	$p=0,000$
Rückenstrecker:	$r=0,348$	$p=0,000$
Zeichen nach Ott:	$r=0,264$	$p=0,002$
Zeichen nach Schober:	$r=0,270$	$p=0,002$
Alter:	$r=0,385$	$p=0,000$

Bei stratifizierter Gruppenanalyse der aktiven Probanden fanden sich nur bei der Gruppe Bau-Aktiv signifikante Korrelationen zwischen der Bauchmuskelfkraft und der Rückenschmerzintensität ($r=-0,514$; $p=0,002$) sowie der Beweglichkeit der Lendenwirbelsäule (Schober) und der Rückenschmerzintensität ($r=-0,393$; $p=0,022$). Alle übrigen Vergleiche zeigten eine schlechte Korrelation.

Weiterhin besteht ein Zusammenhang zwischen Bauchmuskelfkraft und Rückenschmerzintensität, während hier bei einer Bauchmuskelfkraft von Janda 5 die Rückenschmerzintensität den maximalen Wert von 2 erreichte, lag dieser Wert bei Janda 1 zwischen 8 und 9, die durchschnittliche Rückenschmerzintensität lag bei 7, je geringer die Muskelkraft, desto größer die Schmerzintensität. Die Bauchmuskelfkraft konnte von allen pathologisch veränderten Parametern am deutlichsten gesteigert werden, hier bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen Schmerzreduktion, auf einer 10-stufigen visuellen Analogskala nachgewiesen und Kraftzuwachs.

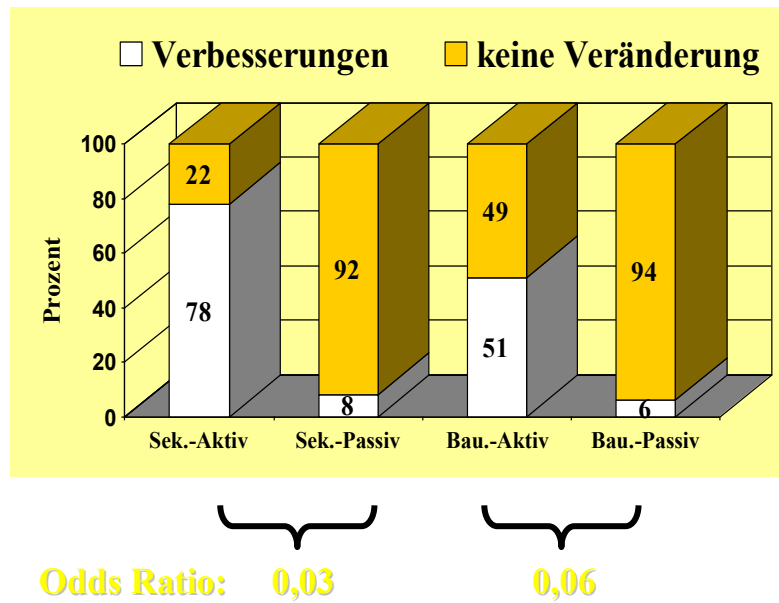
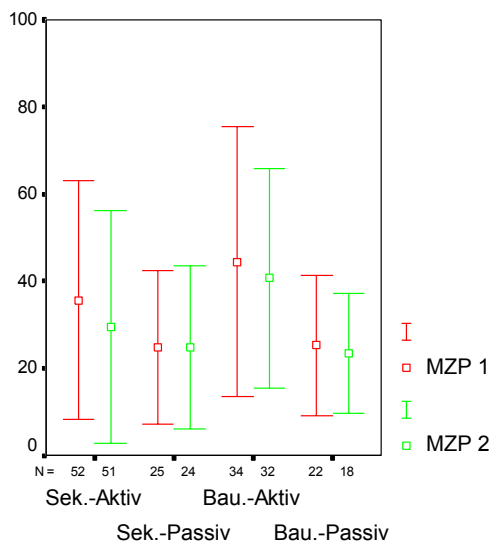


Abbildung 40 - Rückenschmerzintensität (MZIP 1 - MZIP 2)

15 von 24 (Sek.-Passiv) bzw. 12 von 18 (Bau.-Passiv) Vergleichsprobanden hatten zum MZIP 1 keinen Rückenschmerz, konnten sich also nicht verbessern.

Bei den aktiven Gruppen konnte eine deutliche Reduktion der Schmerzintensität erreicht werden, bei den Sekretärinnen aktiv kam es zu einem Rückgang von durchschnittlich 6,71 auf 3,82, bei den Bauarbeitern aktiv von 5,06 auf 3,79, die Kontrollgruppen zeigten erwartungsgemäß keine Veränderungen. Eine Schmerzlinderung gaben 78% der Sekretärinnen aktiv und 51% der Bauarbeiter aktiv an, bei 22% bzw. 49% konnte keine Verbesserung erreicht werden, auch bei der Kontrollgruppe konnte keine deutliche Verbesserung erzielt werden.



Zum Messzeitpunkt 1 unterschieden sich die aktiven Stichproben hinsichtlich der Haltung-regulation (Summenscore) nicht signifikant voneinander ($p=0,161$).

Abbildung 41 - Posturographie - Summenscore

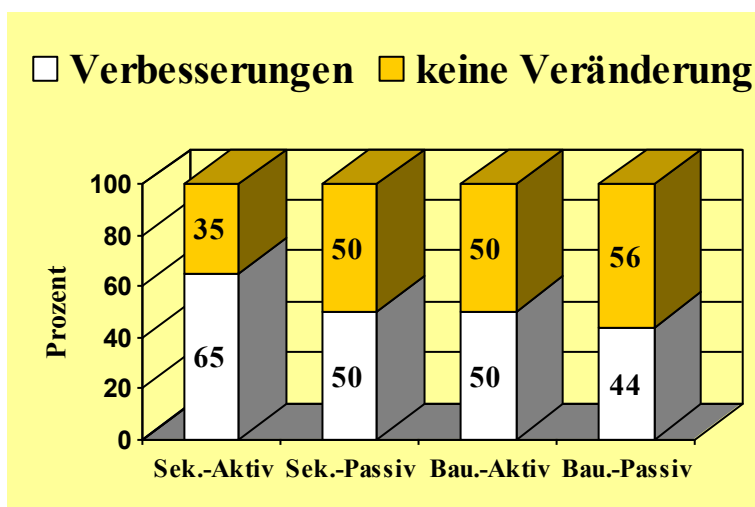
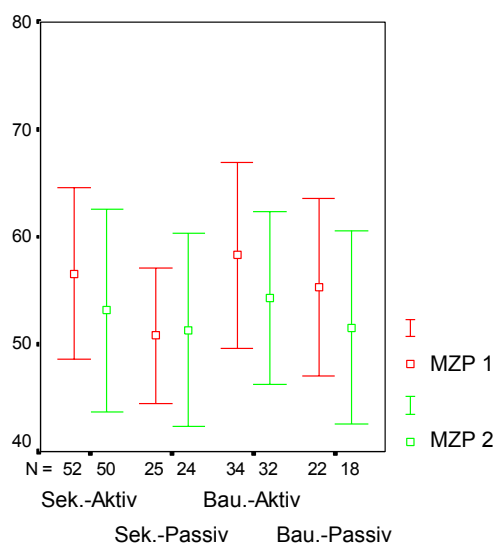


Abbildung 42 - Summenscore (Messzeitpunkt 1 - Messzeitpunkt 2)

Eine erste Auswertung der posturographischen Untersuchung konnte, wie in Material und Methoden beschrieben, anhand eines einfachen Summenscores erfolgen, je größer der Wert, desto ausgeprägter sind die pathologischen Veränderungen, hier konnte bei beiden aktiven Gruppen eine Verbesserung erreicht werden, die Kontrollgruppen blieben unverändert. Bei den Sekretärinnen aktiv waren es 65%, die eine Verbesserung erreichten, bei den Bauarbeitern aktiv 50%. Hier zeigt sich, dass Patienten mit körperlich leichteren Tätigkeiten eher von einem aktiven Therapiekonzept profitieren als Patienten mit schwerer körperlicher Tätigkeit, hier besteht meist schon eine ausreichende Muskelmasse und Muskelkraft, allerdings bestehen auch deutlichere Dysbalancen zwischen den antagonistischen Muskelgruppen.

Während unserer Untersuchung fiel ein Zusammenhang zwischen Rückenschmerzpatienten und vermehrter Fersenbelastung auf, hier konnte bei den aktiven Gruppen eine weitgehende Normalisierung des Standbildes erreicht werden, die Kontrollgruppen wie auch eine Vergleichsmessung einer anderen Studie zeigten ein normales Stehverhalten. Das ungewöhnliche Stehverhalten ist wahrscheinlich auf die Hyperlordose als entlastende Schonhaltung bei Rückenschmerzpatienten und den dadurch nach hinten verlagerten Körperschwerpunkt zu erklären.



Zum Messzeitpunkt 1 unterschieden sich die aktiven Stichproben hinsichtlich der Fersenbelastung (Summenscore) nicht signifikant voneinander ($p=0,802$)

Abbildung 43 - Posturographie - Fersenbelastung

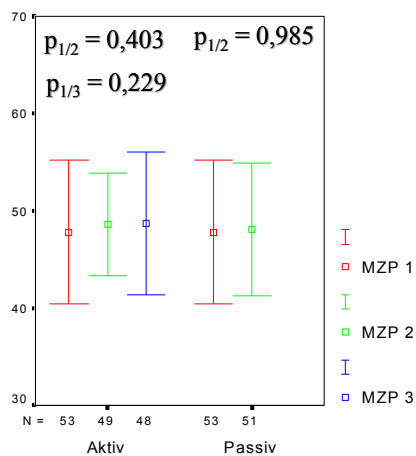


Abb. 44 - Trampolinstudie

Weiter wurde das Stehverhalten in den Frequenzbereichen 1-8, wie von Prof. Dr. Kohen-Raz angegeben, untersucht. Hier zeigt sich bei allen 4 Frequenzpaaren eine Harmonisierung der Haltungsanalyse bei den beiden aktiven Gruppen, die Kontrollgruppen waren unverändert.

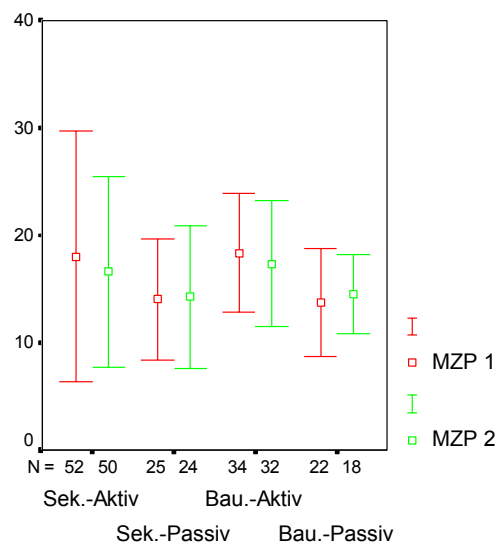


Abbildung 45 - Frequenzbereich 1 (0,01-0,1 Hz)

Zum Messzeitpunkt 1 unterschieden sich die aktiven Stichproben hinsichtlich des Frequenzbereiches 1 nicht signifikant voneinander.
($p=0,999$).

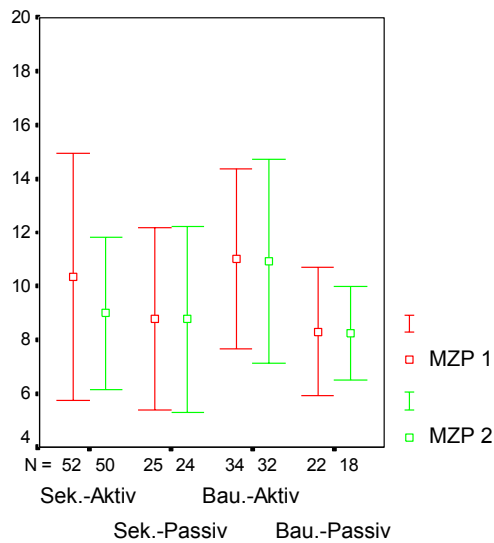


Abbildung 46 - Frequenzbereich F2-4
(0,1-0,5 Hz)

Zum Messzeitpunkt 1 unterschieden sich die aktiven Stichproben hinsichtlich des Frequenzbereiches 2-4 nicht signifikant voneinander.
($p=0,886$).

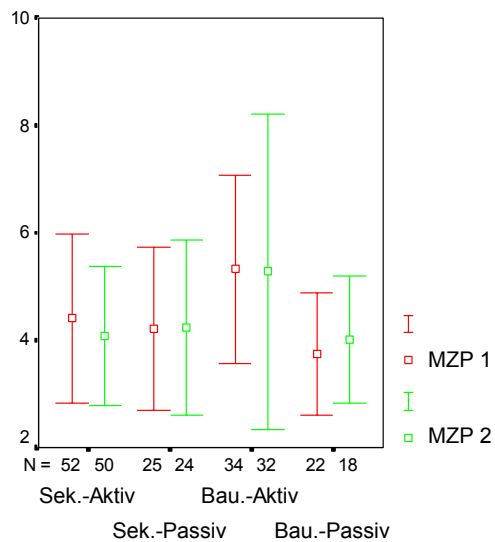


Abbildung 47 - Frequenzbereich F5-6 (0,5-1,0 Hz) deutliche Besserung
Bau aktiv bei MZP 2

Zum Messzeitpunkt 1 unterschieden sich die aktiven Stichproben hinsichtlich des Frequenzbereiches 5-6 nicht signifikant voneinander, eine Veränderung war nur bei der Gruppe Bau aktiv zum Messzeitpunkt 2 zu erkennen.
($p=0,074$).

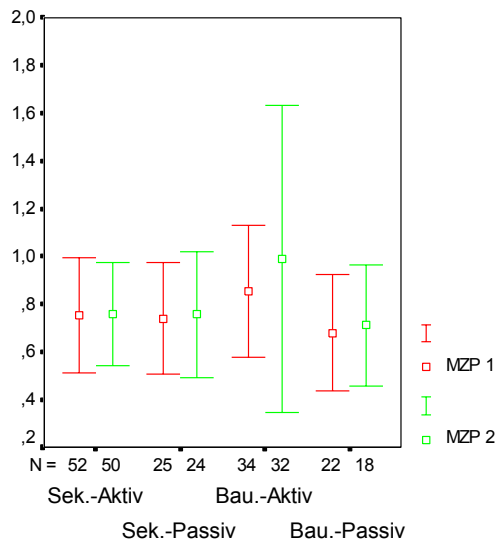


Abbildung 48 - Frequenzbereich F7-8 (1,0-3,0 Hz), $n=133$

Zum Messzeitpunkt 1 unterschieden sich die aktiven Stichproben hinsichtlich des Frequenzbereiches 7-8 nicht signifikant voneinander.
($p=0,326$).

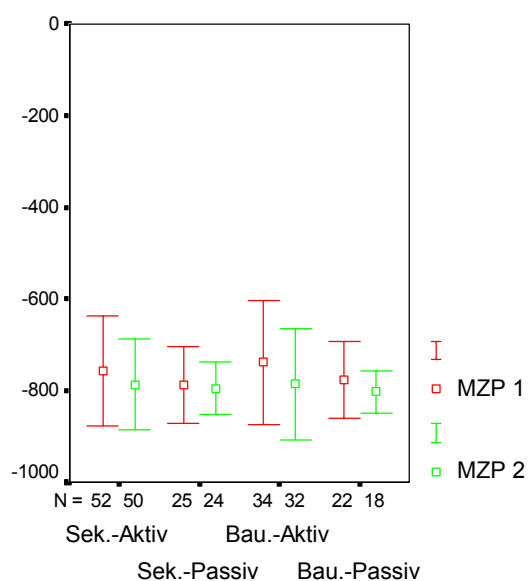


Abbildung 49 - Synchronisation – Kompensation $n=133$

Zum Messzeitpunkt 1 unterschieden sich die aktiven Stichproben hinsichtlich der Synchronisation (Kompensation) nicht signifikant voneinander ($p=0,911$).

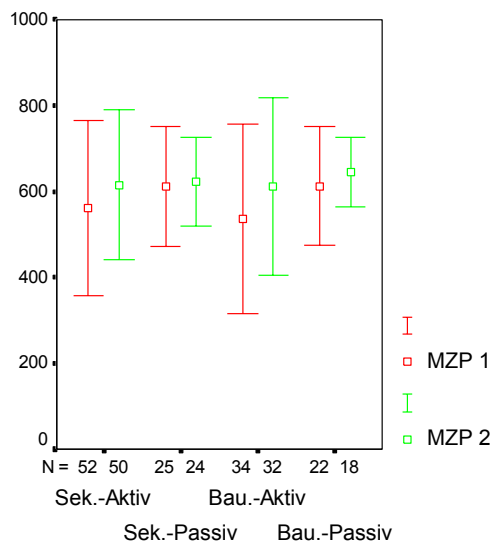


Abbildung 50 - Synchronisation - Koagieren

Zum Messzeitpunkt 1 unterschieden sich die aktiven Stichproben hinsichtlich der Synchronisation (Koagieren) nicht signifikant voneinander ($p=0,953$).

Auch bei der Synchronisation Kompensation und dem Koagieren zeigte sich eine zunehmende Harmonisierung des Stehverhaltens bei den aktiven Probanden.

Die Messwerte wurden einer sogenannten Fourier-Harmonie unterzogen, auch hier zeigte sich eine leichte Harmonisierung im Verlauf der Behandlung.

Es lässt sich eine signifikante Korrelation der Rückenschmerzintensität mit den klinisch bestimmten Parametern Bauchmuskelfkraft, Tonisierungszustand der Rückenstrecker und Wirbelsäulenbeweglichkeit herstellen.

Ein Zusammenhang zwischen Therapieerfolg und Messwerten bestand bei allen 4 Frequenzpaaren, dem Summenscore und der Normalisierung des Fersenstandes bei allen aktiven Probanden.

Nachdem hier zwar eine Besserung nachgewiesen werden konnte, für die meisten Parameter allerdings ohne statistische Signifikanz, wurden die posturographisch bestimmten Messwerte der aktiven Gruppen zum Messzeitpunkt 1 und 2 überprüft, hier konnte bei allen Werten eine signifikante Besserung nachgewiesen werden.

Deskriptiver Gruppenvergleich (Mittelwerte [MW]; Standardabweichungen [SD] der posturographischen Parameter für die Gruppen mit geringer physischer Belastung durch den Beruf.

Parameter	Sekretärinnen, ...							
	Sek.-Reha (n=50)				Sek.-Kontroll (n=24)			
	MZP 1		MZP 2		MZP 1		MZP 2	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
SS	32.2	27.6	27.7	26.7	28.4	18.0	27.4	18.8
F 1	16.6	11.7	16.4	8.87	14.9	5.62	14.8	6.68
F 2-4	9.82	4.60	8.87	2.85	9.36	3.41	9.15	3.46
F 5-6	4.18	1.58	3.97	1.30	4.49	1.51	4.51	1.63
F 7-8	0.72	0.25	0.72	0.22	0.77	0.24	0.81	0.27
Heel	56.0	8.0	52.4	9.5	50.9	6.4	50.8	9.0
WDI	6.36	2.4	6.12	2.3	5.00	2.2	5.49	2.5
ST	18.7	6.2	18.4	5.8	20.5	6.4	20.2	6.9
Synch.-Komp.	-761	119	-790	99	-789	86	-801	58
Synch.-Koag.	571	202	623	174	611	143	632	102

Deskriptiver Gruppenvergleich (Mittelwerte [MW]; Standardabweichungen [SD] der posturographischen Parameter für die Gruppen mit hoher physischer Belastung durch den Beruf.

Parameter	Bauarbeiter, ...							
	Bau.-Reha (n=32)				Bau.-Kontroll (n=18)			
	MZP 1		MZP 2		MZP 1		MZP 2	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
SS	44.4	31.3	39.8	25.2	31.0	16.6	26.8	13.7
F 1	18.3	5.54	17.1	5.86	14.0	5.02	15.0	3.67
F 2-4	10.9	3.36	10.7	3.78	8.57	2.39	8.48	1.75
F 5-6	5.23	1.76	5.14	2.94	3.94	1.14	4.24	1.18
F 7-8	0.84	0.28	0.97	0.64	0.72	0.26	0.77	0.26
Heel	58.6	8.6	55.2	8.0	56.9	8.4	52.8	9.0
WDI	7.12	4.1	6.04	2.2	7.22	2.2	5.43	2.3
ST	22.7	7.3	24.2	13.7	17.9	5.9	18.9	5.5
Synch.-Komp.	-728	138	-779	122	-764	90	-797	46
Synch.-Koag.	519	225	601	207	592	151	634	81

Abbildungen 51 und 52 – Gruppenvergleich: aktiv und passiv

Posturographie - Einfaktorielle, univariate Varianzanalyse mit Messwiederholung.

Abhängige Variable: Summenscore (SS)					
Quelle	Zeit	df	F	Sign.	Eta-Quadrat
Zeit	MZP 1 gegen MZP 2	1	0.500	0.481	0.004
Gruppe	MZP 1 gegen MZP 2	(119;3;1)	2.503	0.063	0.059
Zeit*Gruppe	MZP 1 gegen MZP 2	(119;3;1)	0.236	0.871	0.006
Abhängige Variable: Stabilitätsindikator (ST)					
Quelle	Zeit	df	F	Sign.	Eta-Quadrat
Zeit	MZP 1 gegen MZP 2	1	0.040	0.842	0.000
Gruppe	MZP 1 gegen MZP 2	(118;3;1)	3.917	0.010	0.091
Zeit*Gruppe	MZP 1 gegen MZP 2	(118;3;1)	0.507	0.678	0.013
Abhängige Variable: F 1					
Quelle	Zeit	df	F	Sign.	Eta-Quadrat
Zeit	MZP 1 gegen MZP 2	1	1.713	0.193	0.014
Gruppe	MZP 1 gegen MZP 2	(118;3;1)	0.981	0.404	0.024
Zeit*Gruppe	MZP 1 gegen MZP 2	(118;3;1)	1.689	0.173	0.041
Abhängige Variable: F 2-4					
Quelle	Zeit	df	F	Sign.	Eta-Quadrat
Zeit	MZP 1 gegen MZP 2	1	1.273	0.262	0.011
Gruppe	MZP 1 gegen MZP 2	(118;3;1)	2.255	0.086	0.054
Zeit*Gruppe	MZP 1 gegen MZP 2	(118;3;1)	0.782	0.506	0.019
Abhängige Variable: F 5-6					
Quelle	Zeit	df	F	Sign.	Eta-Quadrat
Zeit	MZP 1 gegen MZP 2	1	0.020	0.887	0.000
Gruppe	MZP 1 gegen MZP 2	(118;3;1)	3.872	0.011	0.090
Zeit*Gruppe	MZP 1 gegen MZP 2	(118;3;1)	0.379	0.768	0.010
Abhängige Variable: F 7-8					
Quelle	Zeit	df	F	Sign.	Eta-Quadrat
Zeit	MZP 1 gegen MZP 2	1	0.446	0.504	0.004
Gruppe	MZP 1 gegen MZP 2	(118;3;1)	2.801	0.043	0.066
Zeit*Gruppe	MZP 1 gegen MZP 2	(118;3;1)	0.971	0.409	0.024
Abhängige Variable: Gewichtsverteilungsindex (WDI)					
Quelle	Zeit	df	F	Sign.	Eta-Quadrat
Zeit	MZP 1 gegen MZP 2	1	0.655	0.420	0.006
Gruppe	MZP 1 gegen MZP 2	(118;3;1)	1.690	0.173	0.041
Zeit*Gruppe	MZP 1 gegen MZP 2	(118;3;1)	2.389	0.072	0.057
Abhängige Variable: Fersenbelastung (Heel)					
Quelle	Zeit	df	F	Sign.	Eta-Quadrat
Zeit	MZP 1 gegen MZP 2	1	0.550	0.460	0.005
Gruppe	MZP 1 gegen MZP 2	(118;3;1)	2.716	0.048	0.065
Zeit*Gruppe	MZP 1 gegen MZP 2	(118;3;1)	1.454	0.231	0.036
Abhängige Variable: Synchronisation-Kompensation					
Quelle	Zeit	df	F	Sign.	Eta-Quadrat
Zeit	MZP 1 gegen MZP 2	1	0.016	0.899	0.000
Gruppe	MZP 1 gegen MZP 2	(118;3;1)	0.848	0.470	0.021
Zeit*Gruppe	MZP 1 gegen MZP 2	(118;3;1)	0.813	0.489	0.020
Abhängige Variable: Synchronisation-Koagieren					
Quelle	Zeit	df	F	Sign.	Eta-Quadrat
Zeit	MZP 1 gegen MZP 2	1	0.173	0.679	0.001
Gruppe	MZP 1 gegen MZP 2	(118;3;1)	0.721	0.541	0.018
Zeit*Gruppe	MZP 1 gegen MZP 2	(118;3;1)	0.796	0.498	0.020

Abbildung 53 – posturographische Varianzanalyse

7 Diskussion

Bei steigenden Ausgaben im Gesundheitswesen und den dagegenstehenden sinkenden Einnahmen und der ungünstigen Alterspyramide stellt die Therapie der sogenannten Volkskrankheiten eine immer größere Herausforderung dar.

Eine dieser Erkrankungen bildet die Gruppe der Rückenschmerzen.

Rückenschmerzen sind objektiv schwer zu erfassen. Kein Röntgenbild oder ein noch so sensitives Untersuchungsverfahren kann die Schmerzqualität darstellen. Auch der bei der modernen Diagnostik so häufig angetroffene Bandscheibenvorfall erklärt die Beschwerden nicht, bei ca. 40-50-jährigen Menschen werden sicher in 40-50% der Fälle Bandscheibenvorfälle gesehen, diese sind aber nur in ca. 3-4% Ursachen der Rückenschmerzen, auch eine Nervenwurzelkompression, Facettengelenksarthrose oder Spinalkanalstenose steht in keinem Zusammenhang mit der Schmerzintensität. Menschen mit katastrophalen Röntgenbildern sind schmerzfrei und Patienten mit vollkommen unauffälligen Röntgenbildern leiden stärkste Schmerzen.

Immer mehr treten psychische und soziale Probleme bei der Pathogenese von Rückenschmerzen in den Vordergrund. Nicht nur körperliche Symptome, sondern immer mehr Angst vor dem Verlust des Arbeitsplatzes oder Arbeitslosigkeit, soziale Vereinsamung und Hoffnungslosigkeit generieren unser Schmerzerleben als Projektionsschmerz aus psychosomatischer Genese. Die Flucht in die Rente erscheint vielen als letzter Ausweg, besser krank als arbeitslos.

Bis jetzt gibt es kaum eine Möglichkeit, diese Beschwerden von körperlichen Schmerzen zu trennen. Unsere Einschätzung der Leistungsfähigkeit des Patienten scheint auf objektiven Parametern, wie Trainingszustand der das Achsenorgan stabilisierenden Muskulatur, Wirbelsäulenbeweglichkeit und dem Vorhandensein neurologischer Ausfallserscheinungen zu basieren. Lässt sich aber damit der Patient mit seinen Beschwerden wirklich erfassen? Wie wirkt sich die psychische Beeinträchtigung auf den Patienten aus.

Daneben ist der Erfolg der stationären Rehabilitation in Deutschland an sich nur als mäßig zu bezeichnen (Raspe 2001), was auch daran liegen kann, das durch den langen Weg zwischen Antragstellung, Ablehnung, Widerspruch und gutachterliche Untersuchung oft zuviel Zeit verstreicht, da nach 6 Monaten kaum noch eine Chance besteht, den Betroffenen in die Arbeitsfähigkeit zu bringen. Ein schnelleres Reagieren könnte hier eventuell die Erfolgsaussichten deutlich steigern.

Auch die Kostenträger verlangen einen Erfolgsnachweis der Rehabilitationseinrichtungen, sowohl ambulant als auch stationär und üben einen entsprechenden Druck auf die Kliniken aus, um mit immer weniger Mitteln möglichst viel zu erreichen. Allein anhand der Entlassungsstatistiken lässt sich dieser Nachweis nicht erbringen.

Auch wenn ein Patient durch uns arbeitsfähig entlassen wird, ist er häufig damit nicht einverstanden und lässt sich wieder krankschreiben oder ein leidensgerechter Arbeitsplatz kann aus den verschiedensten Gründen nicht zur Verfügung gestellt werden.

Wie kann der Erfolg der Rehabilitation nachgewiesen werden, wie kann man den Therapieerfolg objektivieren und wenn kein derartiger Erfolg besteht, wie kann die Rehabilitation so umgestaltet werden, daß möglichst viele Patienten, die an einer Rehabilitationsmaßnahme teilnehmen davon profitieren.

Ziel der Arbeit war es herauszufinden, ob ein Zusammenhang zwischen objektivierbaren und subjektiv bestehenden Schmerzen, dem Trainingszustand der Muskulatur und der Körperhaltung besteht und ob damit der Erfolg oder Misserfolg einer Reha- Maßnahme unabhängig durch die Beeinflussung durch den Patienten und den Arzt zu erfassen ist.

Mit der Posturographie lässt sich die Haltung des Patienten erfassen und auch eine Zuordnung zum Gleichgewichtsorgan oder höher gelegenen Zentren (nach Kohen-Raz 1997) ermöglichen. Dieses Verfahren wird z.B. in der Geriatrie oder der Hals-Nasen-Heilkunde zur Erfassung von Gleichgewichtsstörungen oder Schwindelzuständen schon seit vielen Jahren genutzt. Zu Rückenbeschwerden gibt es allerdings bis jetzt kaum Untersuchungen. In der Literatur finden sich keine derartigen Hinweise, eine Arbeit aus Israel steht vor der Veröffentlichung, hier erfolgte aber nur eine einmalige Untersuchung, keine Therapie und keine Überprüfung der Therapie.

Es sollte auch untersucht werden, ob bei einem gleichen Beschwerdebild, nämlich Rückenschmerzen bei unterschiedlichen körperlichen und Stressbelastungen das gleiche aktive Therapiekonzept zu einer identischen Beschwerdelinderung führt oder ob unterschiedliche Beanspruchungen auch unterschiedlicher Therapien bedürfen.

Es ist dabei zu erwarten, daß die unterschiedlichen Patientengruppen unterschiedlich von einer relativ starr vorgegebenen Therapierichtlinie profitieren, so das eine, möglicherweise sogar beide Gruppen dadurch falsch behandelt werden.

Es kann davon ausgegangen werden, daß das Gleichgewichtsverhalten von Rückenschmerzpatienten durch den Trainingszustand der Muskulatur, eventuellen radikulären Ausfällen und schmerzbedingten Schonhaltungen, aber auch durch psychische Überlagerungen beeinflusst wird.

Während eines 3-4-wöchigen stationären Aufenthaltes wurden 86 Patienten unserer Rehabilitationsklinik für Orthopädie in die vorliegende Untersuchung einbezogen. Um einen Vergleich mit der gesunden Bevölkerung zu ermöglichen, wurde eine Kontrollgruppe mit 47 Mitarbeitern unserer Einrichtung gebildet. Da in der Klinik überwiegend leichte körperliche Tätigkeiten ausgeübt werden, ist hier bei der Kontrollgruppe der Anteil der Bauarbeiter geringer als bei den Patienten. Am Anfang und am Ende der Reha-Maßnahme beziehungsweise eines 3-wöchigen Abschnittes bei der Kontrollgruppe erfolgten eine klinische Untersuchung und die Messung mittels indirekter Posturographie.

Zwischenzeitlich erhielt die aktive Gruppe ein weitgehend standardisiertes Therapieprogramm mit dem Ziel, eine deutliche Beschwerdelinderung zu erreichen, das muskuläre Gleichgewicht wieder herzustellen, weiterhin sollte im Rahmen des multifaktoriellen Therapiekonzeptes eine psychische Entspannung, eine Optimierung des Stoffwechsels sowie eine Verhaltensänderung im Umgang mit schädigenden Faktoren erreicht und dadurch letztendlich die berufliche Leistungsfähigkeit des Patienten zu erhalten oder wiederherzustellen, wobei nicht immer der zuletzt ausgeübte Beruf, sondern eine leidensgerechte Tätigkeit angestrebt wurde. Weiterhin sollten rückengerechte Verhaltensweisen für Alltag und Beruf erlernt werden.

In der Sozialmedizinischen Epikrise im Entlassungsbrief erfolgte dann eine Einschätzung der Leistungsfähigkeit. Während am Anfang 42 Patienten arbeitsunfähig waren, konnten am Ende 86 Patienten als sofort arbeitsfähig oder als arbeitsunfähig nach Abklingen der

Anwendungsreaktion entlassen werden. Bei 1 Patientin war noch von einer andauernden Arbeitsunfähigkeit auszugehen. 83 Patienten waren mit der sozialmedizinischen Beurteilung einverstanden, 3 nicht, davon wollten 2 den Entscheid über einen Antrag auf Erwerbsunfähigkeitsrente abwarten. Für 8 Patienten wurden kurz- bis mittelfristig berufsfördernde Maßnahmen angeregt, da davon auszugehen war, daß sie ihre letzte berufliche Tätigkeit nicht mehr oder nur mit einer weiteren Gefährdung ihrer Gesundheit ausüben können. Dabei wurden auch Vorstellungen im Berufsförderungswerk Staßfurt im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung zwischen dem Rentenversicherer, dem Berufsförderungswerk und der Klinik zur Arbeitsfindung/Arbeitserprobung durchgeführt.

Für den persönlichen Entscheid des Patienten spielt aber oft der Arbeitsmarkt eine wichtigere Rolle als eine mögliche Gesundheitsgefährdung in der Zukunft. Entweder es wird hier eine Berentung auch aus Zukunftsängsten angestrebt oder aber der Arbeitsplatz ist wichtiger als eine mögliche weitere Schädigung der Gesundheit.

Es wurde am Schluss der Untersuchung auch die subjektive Patientenzufriedenheit und eine Änderung der Schmerzintensität anhand einer 10-stufigen visuellen Analogskala erfaßt.

Als objektive klinische Parameter wurden die Wirbelsäulenbeweglichkeit, die Bauchmuskelkraft und die Tonisierung und der Verkürzungsgrad der Rückenmuskulatur am Anfang und Ende der Behandlungsdauer bestimmt, da es keine aussagekräftigen Tests für den Kräftezustand der Rückenmuskulatur gibt.

Erwartet wurden eine objektive Besserung durch die Therapie und ein subjektiver Beschwerderückgang, allerdings spielt hier ein eventuell gestellter Rentenantrag bei der Einschätzung, vor allem nach Kenntnis der sozialmedizinischen Einschätzung eine Rolle. Oft ist der Patient nur solange mit dem Ergebnis zufrieden, bis er weiß, daß die Arbeitsfähigkeit angestrebt wird, danach ändert er oft seine Meinung und gibt aktivierte Schmerzen an.

Code	S1251	Summary Report							
Last Name		NO	NC	PO	PC	HR	HL	HB	HF
First Name		ST							
Date	02.09.2	F1							
Legend SS values 0 to 1.5 1.5 to 3 3 to 6 6 -->	F2-F4								
	F5-F6								
	F7-F8								
	W.D.								
	WDI								
	SYN L \ R								
	TOES								
	HEEL								

Print

Close

Abbildung 54 - Ausgezeichnete Haltungsregulation

Code	S0151	Summary Report							
Last Name		NO	NC	PO	PC	HR	HL	HB	HF
First Name		ST							
Date	05.06.2	F1							
Legend SS values 0 to 1.5 1.5 to 3 3 to 6 6 -->	F2-F4								
	F5-F6								
	F7-F8								
	W.D.								
	WDI								
	SYN L \ R								
	TOES								
	HEEL								

Print

Close

Abbildung 55 - Schlechte Haltungsregulation

Code **S0152**
Last Name
First Name
Date **02.07.2**

Legend
SS values
0 to 1.5
1.5 to 3
3 to 6
6 -->

Summary Report								
	NO	NC	PO	PC	HR	HL	HB	HF
ST								
F1								
F2-F4								
F5-F6								
F7-F8								
W.D.								
WDI								
SYN L \ R								
TOES								
HEEL								

Abbildung 56 - Haltungsregulation bei entgleistem Diabetes mellitus

Code **S1141**
Last Name
First Name
Date **29.08.2**

Legend
SS values
0 to 1.5
1.5 to 3
3 to 6
6 -->

Summary Report								
	NO	NC	PO	PC	HR	HL	HB	HF
ST								
F1								
F2-F4								
F5-F6								
F7-F8								
W.D.								
WDI								
SYN L \ R								
TOES								
HEEL								

Abbildung 57 - Haltungsregulation zu Beginn der Behandlung

Code: **S1142**

Last Name:

First Name:

Date: **12.09.2**

Summary Report

	NO	NC	PO	PC	HR	HL	HB	HF
ST								
F1								
F2-F4								
F5-F6								
F7-F8								
W.D.								
WDI								
SYN L \ R								
TOES								
HEEL								

Legend

SS values

0 to 1.5

1.5 to 3

3 to 6

6 -->

Abbildung 58 - Haltungsregulation am Ende der Behandlung

Ziel war es nun, herauszufinden, ob mit der indirekten Posturographie und dem damit erbrachten Nachweis einer Verbesserung der Standsicherheit eine Möglichkeit zur Objektivierung bei der Beurteilung des Erfolges einer Reha-Maßnahme besteht.

Alle befragten Patienten gaben eine weitgehende Zufriedenheit mit den Behandlungen an, einige hätten sich eine deutlichere Beschwerdelinderung erhofft, 3 waren mit der sozialmedizinischen Einschätzung nicht einverstanden, da sie sich nicht mehr in der Lage fühlen, ihre letzte berufliche Tätigkeit oder eine andere leidensgerechte Tätigkeit auf dem allgemeinen Arbeitsmarkt vollschichtig auszuüben, sie wollen den Entscheid über ihren Rentenantrag abwarten. Diese Zufriedenheit konnte nicht nur in der Befragung am Ende der Maßnahme erreicht werden, sondern spiegelt sich auch in den Umfragen der Deutschen Rentenversicherung Bund, die diese bei jedem Versicherten durchführt, wieder.

Eine bessere Beweglichkeit, nachgewiesen durch die Zeichen nach Schober und Ott sowie die Lateralflexion der Wirbelsäule wiesen alle aktiven Probanden auf. Die Bauchmuskulatur wurde gekräftigt, von durchschnittlich Janda 2-3 auf 3-4, es resultierte eine verbesserte Tonisierung der Rückenmuskulatur, gemessen am Verkürzungsgrad.

Diese Verbesserung der klinisch erfassbaren Parameter war auch mit Hilfe der indirekten Posturographie nachweisbar. Es kam zu einem deutlichen Absinken der Punktzahl des Summenscores, hier bedeutet eine hohe Punktzahl einen deutlich pathologischen Wert, der Durchschnitt des gesunden Probanden liegt zwischen einem Wert von 10 und 30, bei der Anfangsuntersuchung wurden hier Werte von teilweise über 100 Punkte gemessen, diese Zahl konnte bei der Abschlussuntersuchung meist deutlich reduziert werden, s. Abbildung 19.

Hierbei kam es vor allem zu einem Absinken des Punktwertes der Frequenzen 5-7, dem somatosensorischen Vestibularorgan und der peripheren Muskulatur entsprechend, die zentralen Frequenzen, die nach Kohen-Raz übergeordneten Störungen und Stoffwechselerkrankungen entsprechen, konnten in der kurzen Zeit kaum beeinflusst werden. Eine akute Schwindelsymptomatik wie in Abbildung 63 und 64 bei Kreislaufproblemen führte zu einer deutlichen Steigerung des Summenscores, nach Behandlung war auch bei diesem Patienten eine Besserung nachweisbar.

Es kam zu einer deutlichen Verbesserung des Stehvermögens, insbesondere der bei Beginn bei der aktiven Gruppe nachweisbare überwiegende Fersenstand bei Rückenschmerzpatienten konnte in ein normales Stehverhalten überführt werden, die Standsicherheit konnte deutlich verbessert werden, die Koordination der Standleistung wurde ebenfalls gesteigert. Eine Betonung einer Seite, wie z.B. von Kohen-Raz bemerkt, das linksseitige Schmerzausstrahlung subjektiv und objektiv den Patienten mehr beeinträchtigt, als rechtsseitige, konnte in unserer Untersuchung nicht beobachtet werden.

Auffällig war allerdings, daß Probanden, die so genannten reizschwache Berufe, hier als „Sekretärinnen“ bezeichnet, stärker vom Therapieprogramm profitierten, nämlich zu 78% als die reizstarken „Bauarbeiter“. Hier war nur bei 50% zu erkennen, daß sie von der Reha-Maßnahme deutlich profitierten. Eine signifikante Besserung war deshalb nur bei der ersten Gruppe erkennbar, die 2. zeigte zwar eine Besserungstendenz, diese war aber statistisch nicht signifikant.

Wahrscheinlich lässt sich das darauf zurückführen, das bei den „Sekretärinnen“ eine allgemeine allseitige Schwäche der Muskulatur im Vordergrund steht, auch die verkürzte Muskulatur ist nicht sehr stark ausgebildet und hat noch ein großes Trainingspotential, während bei den „Bauarbeitern“ schon eine kräftige Muskulatur besteht, die allerdings aus dem Gleichgewicht geraten ist, die verkürzten Rückenstrecker sind sehr deutlich ausgebildet

und gekräftigt, hier ist ein deutlicher Trainingseffekt in 3-4 Wochen nicht zu erwarten. Außerdem besteht bei den „Sekretärinnen“ bei geringerer physischer Belastung meist ein hohes Streßpotential, hier ist durch 3 Wochen relativer Ruhe, in Verbindung mit einer entsprechenden Therapie schon eine deutliche Entspannung nachweisbar. Bei hoher physischer Belastung und geringerem beruflichen Streß müssen dabei ausgeprägte körperliche Verhaltensmuster überwunden werden, hier ist ein langwierigerer Lernprozess erforderlich.

Wie erwartet, zeigten sich in der Kontrollgruppe, bestehend aus Mitarbeitern der Klinik, die keine therapeutischen Anwendungen erhielten, keine Änderungen der Parameter. Hier herrschte eine normale Verteilung des Zehen- und Fersenstandes vor, die sich auch bei anderen Untersuchungen, z.B. in der Klinik Dübener Heide der Deutschen Rentenversicherung Bund an Mitarbeitern als ungestört erwies.

Als wichtige Parameter bei der Beurteilung der indirekten Posturographie zur Bestimmung von Beeinträchtigungen durch Rückenschmerzen haben sich der Summenscore, das Verhältnis von Zehen- und Fersenstand und das Maß der Standsicherheit erwiesen.

Eine Verbesserung der Muskelkraft und eine abnehmende Beeinträchtigung bei der Bewältigung der Probleme in Alltag und Beruf lassen sich durch die indirekte Posturographie erfassen. Diese Methode ist nicht subjektiv durch den Probanden beeinflussbar und spiegelt den aktuellen Trainingszustand der Muskulatur gut wider.

Aus den Erkenntnissen dieser Studie muß eine Änderung des Therapiekonzeptes der Rehabilitation im Sinne einer Zweiteilung abgeleitet werden. Während ein überwiegend aktives Therapiekonzept für Patienten mit leichter körperlicher Tätigkeit als ideal geeignet scheint, müssen zum Muskeltraining zur Herstellung eines myostatischen Gleichgewichtes bei Patienten mit schwerer körperlicher Tätigkeit zusätzlich lockernde Behandlungen erfolgen, um einen Therapieerfolg zu sichern.

Bei der Literaturrecherche in der Medline Datenbank der letzten 10 Jahre wurde keine mit dieser Arbeit direkt zu vergleichende Literatur gefunden.

Die Überprüfung eines Therapieansatzes, wie z.B. durch Kohen-Raz et al in mehreren Arbeiten zur Sturzprophylaxe bei geriatrischen und HNO-Patienten erfolgte leider bisher noch

in keiner orthopädisch orientierten Arbeit. Einen Therapieerfolg zu messen, wurde aber durch andere Arbeitsgruppen mit anderen Prüfansätzen unternommen.

Es gibt einige Untersuchungen zur indirekten Posturographie in der Orthopädie unter Nutzung der unterschiedlichsten Gerätetypen, aber keine Untersuchung zum Einfluß einer konservativen oder operativen Therapie auf Rückenschmerzpatienten. So z.B. Leitner et al 2007, der 32 Patienten und eine Kontrollgruppe von 19 Freiwilligen untersuchte, genutzt wurde der Smart EquiTest. Gefunden wurden, vergleichbar mit den Ergebnissen dieser Arbeit deutliche Unterschiede in der posturographischen Kontrolle zwischen den 2 Gruppen und die Ergebnisse wurden in einer 2. Untersuchung überprüft, beide Messungen erbrachten ähnliche Resultate, so daß bestätigt werden konnte, daß es sich bei der Posturographie um eine verlässliche Methode handelt, um die Veränderungen der Haltung und des Muskeltonus bei Probanden mit chronischem Rückenschmerz gegenüber Gesunden zu dokumentieren. Leider wurde der Einfluß einer Therapie nicht erfaßt.

Popa et al 2007 nutzten ebenfalls den EquiTest der Firma Neurocom um den visuellen Einfluß auf die Haltungskontrolle zu erfassen. Hier wird davon ausgegangen, daß der stehende menschliche Körper nicht als statische Einheit aufgefasst werden muß, sondern als Pendel wirkt, dessen Bewegungen um ein Massencenter erfolgen. 13 Probanden mit tiefsitzendem Kreuzschmerz und 13 Freiwillige der Kontrollgruppe. Das Ziel war es, herauszufinden, ob und wie weit sich die statische Kontrolle von Patienten und Gesunden unterscheidet, auch hier konnten, analog zu unseren Ergebnissen, entsprechend den Positionen 1 und 2 nach Kohen Raz deutliche Unterschiede in der posturalen Kontrolle beider Gruppen nachgewiesen werden.

Anhand Muskeltests mittels eines Dynamometers konnten Gruther et al 2009 diese Unterschiede in der Muskelkraft Gesunder und bei Probanden mit tiefsitzendem Kreuzschmerz nachweisen, eine Kontrolle nach Therapie gehörte allerdings auch hier nicht zum Studiendesign.

Kiesel et al 2006 führten Ultraschallmessungen an gesunden Probanden durch, indem sie zunächst die normale Muskulatur untersuchten und dann künstlich mittels hypertoner Kochsalzlösung einen lokalen Schmerz erzeugten, um herauszufinden, wie ein Muskel auf einen Schmerz reagiert, der dem chronischen tiefsitzenden Rückenschmerz vergleichbar ist, um dann Muskelkraft und Muskelquerschnitt erneut zu bestimmen.

Ein Versuch, die Wirksamkeit einer Therapie nachzuweisen, wurde mit folgenden Methoden unternommen: Die Ableitung eines Oberflächenelektromyogramms der langen Rückenstrecker und mit sonographischen Untersuchungen zur Ermittlung des Verhältnisses von Fett- zu Muskelgewebe und zum Durchmesser des Faserquerschnittes, insbesondere am Musculus multifidus und an der schrägen Bauchmuskulatur. Anders et al 2007 identifizierten an 31 Probanden 5 verschiedene Muskelgruppen mittels eines Oberflächenelektromyogramms unter verschiedenen Körperpositionen und fanden auch einen Zusammenhang zwischen dem muskulären Aufbau und der EMG-Aktivität. Auch Keller et al. 2008 untersuchten 124 Patienten mit tiefsitzendem Kreuzschmerz, die Muskelkraft wurde mittels eines Cybex isocinetic Gerätes erfaßt, bei 100 von 124 Patienten konnte eine Änderung der Muskelkraft erfaßt werden, es zeigte sich am Anfang bei Patienten mit tiefsitzendem Kreuzschmerz eine Aktivierung der Motoneurone der Beuger und eine Hemmung der Strecker als „normale“ Schutzadaptation und nicht als Ursache der Schmerzen, bei verbessertem Trainingszustand der Muskulatur konnte hier allerdings nach einem Jahr keine Schmerzreduktion erreicht werden. Das Angst-Vermeidungs-Verhalten erwies sich hier als ein bedeutenderer Faktor als die Muskulatur bei der Schmerzentwicklung.

Ekstrom et al 2008 gingen von einer Atrophie des lumbalen M. multifidus und dessen fettiger Degeneration aus. Während der Durchführung von 11 standardisierten Übungen wurden an Freiwilligen und Erkrankten eine kontinuierliche EMG- Messung durchgeführt. Dabei konnte eine unterschiedliche Aktivierung des Muskels bei bestimmten Übungen erfaßt werden um einen optimalen Muskelaufbau zu erreichen. Inwieweit dieser Muskelaufbau zur Schmerzreduktion beiträgt, wurde auch hier nicht erfaßt.

Auch Anders et al 2008 nutzen die Oberflächen-EMG-Untersuchungen am M. multifidus um mit Hilfe eines elastischen Stabes mit veränderbaren Gewichten vergleichbar der Balancierstange eines Seilakrobaten Muskelkraft und Fasertypisierung geschlechtsabhängig zu registrieren und vor allem den Einfluß einer oszillierenden Kraft auf die Reaktion der Rumpfmuskulatur zu erfassen.

Wagner et al 2008 derselben Arbeitsgruppe aus Jena versuchten, eine Präventionsdiagnostik des chronischen unspezifischen Rückenschmerzes zu entwickeln. Mittels Ultraschall Diagnostik konnte eine Veränderung der Muskelquerschnittsfläche des tiefliegenden M. multifidus, insbesondere eine Atrophie der schmerzhaften Körperseite mit insgesamt zunehmender Verfettung der Muskulatur mit verringerter Ausdauerfähigkeit und veränderter Fasertypverteilung nachweisen. Nicht nur die Reaktion auf externe Störungen ist

verändert, auf dem Laufband konnte eine insgesamt veränderte Koordination der Rumpfmuskulatur beim Gehen nachgewiesen werden. Allerdings konnte nicht geklärt werden, ob Rückenschmerzen eine veränderte motorische Kontrolle bewirken oder ob eine veränderte motorische Kontrolle zu Rückenschmerzen führt. Auch sie zeigten, daß Rückenschmerzen ein individuelles Problem sind und für jeden Patienten ein spezifischer Therapieplan erstellt werden muß.

Leider wurde die indirekte Posturographie, die in der Geriatrie und in der HNO-Heilkunde eine etablierte Methode zur Therapieüberprüfung ist, außerhalb dieser Arbeit noch nicht genutzt, um eine Evaluierung der Therapie von Patienten mit chronischem Rückenschmerz zu erreichen.

Arbeiten mittels Ultraschallmessung oder unter Nutzung eines Oberflächenelektromyogramms konnten eine Trainierbarkeit nachweisen, wobei allerdings eine Schmerzlinderung nicht im Zusammenhang mit der Muskelkraft stand.

Übereinstimmend läßt sich ein positiver Einfluß des Trainings der Muskulatur, unterstützt durch ein multimodales Therapiekonzept nachweisen, allerdings zeigt sich, daß das Trainingsprogramm individuell auf den einzelnen Patienten zugeschnitten werden muß. Ein starres Therapieschema ist nicht in der Lage, ein für den jeweiligen Betroffenen optimales Ergebnis zu erzielen.

Nach Wagner et al 2009 ist jeder Mensch externen und internen Faktoren unterworfen, die das subjektive Schmerzempfinden beeinflussen. Evidencebasierte Empfehlungen beinhalten eine kognitive Verhaltenstherapie, individuell angeleitete beaufsichtigte Übungstherapie, eine multidisziplinäre Behandlung und eine nur kurzzeitige medikamentöse Therapie. Auch sie zeigen, daß Patienten mit chronischem unspezifischen Rückenschmerz keine homogene Gruppe darstellen, sondern daß es sich um ein komplexes heterogenes Krankheitsbild handelt, daß eine individuelle, dem jeweiligen Patienten angepasste Therapie erfordert.

Vergleichbar mit den Arbeiten von Mittermeier et al und Popa konnte ein deutlicher und gut reproduzierbarer Unterschied in der posturographischen Kontrolle Gesunder und Rückenschmerzpatienten nachgewiesen werden und zusätzlich, ähnlich wie bei Messungen mittels eines Oberflächen-EMGs oder dynamometrischer Verfahren, auch analog zu geriatrischen Untersuchungen zur Sturzprophylaxe war ein Trainingserfolg, hier in einer verbesserten posturographischen Kontrolle, bei anderen Arbeiten als Steigerung des Muskelquerschnittes oder Änderung der Fettverteilung ablesbar. Allerdings ist, wie im

Vergleich mit Wagner et al 2009 die Therapie eines Rückenschmerzpatienten ein individuelles Geschehen, standardisierte Therapieschemen sind nicht in der Lage, allen Patienten gleich zu helfen, bei uns im unterschiedlichen Ansprechen der „Sekretärinnen“ und „Bauarbeiter“ ablesbar.

8 Schlussfolgerung

Es wurde nach einer Möglichkeit gesucht, den Erfolg einer stationären Rehabilitation zu evaluieren. Die genutzte Methode der indirekten Posturographie, die seit Jahren erfolgreich in der Geriatrie zur Erfassung des Sturzrisikos und in der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde zur Beurteilung der Gleichgewichtsreaktion genutzt wird, sollte darauf getestet werden, ob sie auch in der Lage ist, objektiv den Erfolg oder Misserfolg einer solchen Maßnahme nachzuweisen. Bei den untersuchten Probanden sollte eine Kräftigung der das Achsenorgan stabilisierenden Muskulatur über eine Änderung des Stehverhaltens auf 2 Kraftmeßplatten unter standardisierten Messbedingungen erfaßt werden. Unabhängig vom subjektiven Empfinden des Untersuchten und des Untersuchers konnte sehr sensitiv eine Messwertänderung aufgezeigt werden, auch andere Einflüsse, wie z.B. ein entgleister Diabetes Mellitus führte sofort zu einer deutlich nachweisbaren Veränderung. Die Methode erscheint also sehr gut geeignet, den Erfolg einer Therapie aufzuzeigen.

Allerdings profitierte nur eine der beiden aktiven Gruppen, nämlich die der „Sekretärinnen“ von dem Therapieprogramm, daß den Richtlinien der Deutschen Rentenversicherung Bund entsprach, bei den sogenannten „Bauarbeitern“ konnte keine signifikante Verbesserung erreicht werden.

Wahrscheinlich spricht die schwächere Muskulatur der eher hypermobilen „Sekretärin“ deutlich besser auf ein aktives Therapieprogramm an als die kräftigere Muskulatur der eher hypomobilen „Bauarbeiter“.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß eine standardisierte Therapie bei einem so vielschichtigen Problem, wie dem chronischen Rückenschmerz keine adäquaten Erfolge

zeigen kann. Die Therapie muß individuell auf den jeweiligen Patienten zugeschnitten sein, eher aktive Maßnahmen bei muskelschwachen Patienten und mit im Vordergrund stehenden lockernden, detonisierenden bei muskelstarken Patienten. Das Therapiekonzept der Deutschen Rentenversicherung Bund muß dringend modifiziert werden, um ein optimales Rehabilitationsergebnis zu erreichen.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Ausgeprägte myostatische Insuffizienz (Ansicht 1)	16
Abbildung 2 - Ausgeprägte myostatische Insuffizienz (Ansicht 2)	16
Abbildung 3 - Medizinische Trainingstherapien (Ansicht 1).....	19
Abbildung 4 - Medizinische Trainingstherapien (Ansicht 2).....	20
Abbildung 5 - Medizinische Trainingstherapien (Ansicht 3).....	20
Abbildung 6 - Zeichen nach Ott (Ansicht 1).....	36
Abbildung 7 - Zeichen nach Ott (Ansicht 2).....	36
Abbildung 8 - Zeichen nach Schober (Ansicht 1).....	36
Abbildung 9 - Zeichen nach Schober (Ansicht 2).....	36
Abbildung 10 – Lateralflexion (Ansicht 1)	37
Abbildung 11 - Lateralflexion (Ansicht 2).....	37
Abbildung 12 - Bauchmuskeltest	37
Abbildung 13 - Posturographie; ausgewählte Stellungen (Ansicht 1)	38
Abbildung 14 - Posturographie; ausgewählte Stellungen (Ansicht 2)	39
Abbildung 15 - Posturographie; ausgewählte Stellungen (Ansicht 3)	39
Abbildung 16 - Posturographie; Messplatz	39
Abbildung 17 – Einzelmessung Posturographie	40
Abbildung 18 - Summenscore	40
Abbildung 19 - Summenscore mit deutlich gestörtem Haltungsgefühl	41
Abbildung 20 - Gruppenverteilung der Probanden	42
Abbildung 21 - Geschlechtsverteilung	43
Abbildung 22 - Zeichen nach Schober	44
Abbildung 23 - Bauchmuskelkraft	44
Abbildung 24 - Fourierharmonie – Reizschwache Berufe Aktiv	45
Abbildung 25 - Fourierharmonie – Reizschwache Berufe Passiv.....	45
Abbildung 26 - Fourierharmonie – Reizstarke Berufe Aktiv	45
Abbildung 27 - Fourierharmonie – Reizstarke Berufe Passiv.....	45
Abbildung 28 - Arbeitsunfähigkeit	46
Abbildung 29 - Altersverteilung	46
Abbildung 30 - Rückenschmerzintensität	47
Abbildung 31 - BMI.....	47
Abbildung 32 - BMI Gruppen	48
Abbildung 33 - Rückenschmerz / Personenstand (MZIP 1)	48
Abbildung 34 - Rückenschmerz / Personenstand (MZIP 1)	49
Abbildung 35 - sportliche Aktivität	49
Abbildung 36 - Rückenschmerz / sportliche Aktivität (MZIP 1)	50
Abbildung 37 - Lateralflexion.....	50
Abbildung 38 - Muskelkrafttest - M. rectus abdominis	50
Abbildung 39 - verkürzter Rückenstrecker	51
Abbildung 40 - Rückenschmerzintensität (MZIP 1-MZIP 2).....	53
Abbildung 41 - Posturographie - Summenscore	54
Abbildung 42 - Summenscore (MZIP 1-MZIP 2)	54
Abbildung 43 - Posturographie-Fersenbelastung	55
Abbildung 44 - Trampolin-Studie	56
Abbildung 45 - Frequenzbereich 1 (0,01-0,1 Hz)	56
Abbildung 46 - Frequenzbereich F2-4 (0,1-0,5 Hz).....	57

Abbildung 47 - Frequenzbereich F5-6 (0,5-1,0 Hz).....	57
Abbildung 48 - Frequenzbereich F7-8 (1,0-3,0 Hz).....	58
Abbildung 49 - Synchronisation - Kompensation.....	58
Abbildung 50 - Synchronisation - Koagieren	59
Abbildung 51 - Gruppenvergleich aktiv.....	60
Abbildung 52 - Gruppenvergleich passiv.....	60
Abbildung 53 - posturographische Varianzanalyse	61
Abbildung 54 - Ausgezeichnete Haltungsregulation	66
Abbildung 55 - Schlechte Haltungsregulation	66
Abbildung 56 - Haltungsregulation bei entgleisten Diabetes melitus.....	67
Abbildung 57 - Haltungsregulation zu Beginn der Behandlung.....	67
Abbildung 58 - Haltungsregulation am Ende der Behandlung	68

Literaturverzeichnis

Anders, C., Wenzel, B., Scholle, H.C.

Activation characteristics of trunk muscles during cyclic upper body perturbations caused by an oscillating pole

Arch. Phys Med Rehabil Vol. 98 2008 1314-1322

Anders, C., Brose, G., Hoffmann, G.O., Scholle, H.C.

Evaluation of the EMG-force relationship of trunk muscles during whole body tilt

J. of Biomechanics 41 (2008) 333-339

Bauer, J., Minge, A., Busche, T. Blunk, R.

Schmerztherapie in der orthopädisch-psychosomatischen Rehabilitation- erfolgreich durch interdisziplinäre Behandlung und sozialmedizinische Kompetenz

Orthopädische Praxis 35 (1999) 545-548

Bendix, T., Bendix, A., Labiola, M., Haestrup, C.

Functional Restoration versus Outpatient Physical Training in Chronic Low Back Pain

Spine Vol. 25 (2000) 2494-2500

Bigos, S.J., McKee, J.E., Holland, J.P., Holland, C.L., Hildebrandt, J.

Rückenschmerz, die unangenehme Wahrheit, ein Problem von Überzeugung und Aktivität

Schmerz, (2001), 430-434

Büchl, R.

Berühren, Bewegen begreifen: Psychosomatische Behandlung von Patienten mit Rückenschmerzen

Krankengymnastik 52 (2000) 1136-1143

Casser, H.R., Riedel, T., Schrembs, C., Ingenhorst, A. Kühnau, D.,

Das multimodale interdisziplinäre Therapieprogramm beim chronifizierenden Rückenschmerz

Orthopäde, 28 (1999), 946-957

De Wit. G.

Optic versus Vestibular and Proprioceptive Impulses Mesured by Posturometrie
Symposium international de Posturographie Madrid 1971

Ekkernkamp, M., Mittag, O., Matthis, C., Raspe, A., Raspe, H.

Anamnestiche und klinische Befunde bei schweren Rückenschmerz: eine klinisch
epidemiologische Untersuchung an einer Stichprobe von LVA-Versicherten
Z Orth. (2004) 720-726

Ekstrom, R.A., Osborn, R.W., Hauer, P.L.

Surface Electromyographic analysis of the Low Back Muscles During Rehabilitation
Exercises

J. of orthopaedic and sports physical Therapy, Dezember 2008 Nr. 12 736-745

Fried, R., Arnold, W.

Der objektivierbare Rombergtest (Posturographie) mit der neuen „Luzerner Meßplatte“
Laryng.Rhinol.Otol.66 (1987) 433-436

Friedrich, M., Gittler, G., Halberstadt, Y., Cermak, T., Heiller, I.

Combined Exercise and Motivation Programm: Effect on the Compliance and Level of
Disability of Patients With Chronic Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial
Arch. Phxs. Med Rehabil Vol 79 (1998) 475-487

Griffka, J., Peters, Th.,

wirtschaftliche Bewertung der Arbeitsunfähigkeit durch muskuloskelettale Erkrankungen
Orthopäde (2002) 949-956

Großmann, K., Laun, G.

Orthopädie und Arbeitsmedizin
Orthopäde (2002) 997-1005

Gruther, W., Wick, F., Paul, B., Leitner, C., Posch, M., Matzner, M., Crevenna, R., Ebenbichler, G.,

Diagnostic Accuracy And Reliability Of Muscle Strength And Endurance Measurement In Patients With Chronic Low Back Pain

J. Rehabil. Med 2009 41 613-619

Guzman, J., Esmail, R., Karjalainen, K., Malmivaara, A., Irvin, E., Bombadier, C.,

Multidisciplinary Bio-Psycho-Social Rehabilitation for Chronic Low Back Pain: Systematic review

BMJ 2001, 322 (7301) 1511-1516

Hähnel, H.

Arztverhalten als Chronifizierungsfaktor bei chronischen Rückenschmerzen-Fehler und Gefahren im ärztlichen Alltag

Orthopädische Praxis 35 (1999) 549-552

Hähnel, H.

Chronischer Rückenschmerz- ein multifaktorielles somato-psychosoziales Syndrom erfordert interdisziplinäre Diagnostik und Therapie

Orthop. Praxis 35 (1999) 503-505

Harter, W.H., Schifferdecker-Hoch, F., Denner, A.

Alters- und geschlechtsspezifische Merkmale des Angst-Vermeidungs-Verhaltens (Fear-avoidance- Believe)

Orthopädische Praxis 38 (2002) 722-727

Hasenbring, M., Hallner, D., Klasen, B

Psychologische Mechanismen im Prozeß der Schmerzchronifizierung

Schmerz (2001) 442-447

Hildebrandt, J., Pfingsten, M., Saur, P., Jansen, J.

Prediction of Success From Multidisciplinary Treatment Program for Chronic Low Back Pain

Spine Vol 22 (1997) 990-1001

Hildebrandt, J., Mense, S.

Rückenschmerz, ein ungelöstes Problem

Schmerz (2001), 411-412

Kanpää, M., Taimela, S., Airaksinen, O., Hänninen, O

The Efficacy of Active Rehabilitation in Chronic Low Back Pain

Spine, Vol.24 1999, 1034-1042

Keller, A., Brox, J.I., Reikeras, O.

Predictors of change in trunk muscle strength for patients with chronic low back pain randomized to lumbar fusion or cognitive intervention and exercises

American Academy of Pain Medicine 2008 680 687

Kiese, K.B., Uhl, T., Unterwood, F.B., Nitz, A.J.

Rehabilitative ultrasound measurement of select trunk muscle activation during induced pain

Manual Therapy 13 (2008) 132-138

Kladny, B., Fischer, F.C., Haase, I.

Wertigkeit der muskulären segmentalen Stabilisierung zur Behandlung von Rückenschmerz und Bandscheibenerkrankungen im Rahmen der ambulanten Rehabilitation

Z Orthop. (2003) 401-405

Klimczyk, K., Haasa, I., Kuhnt, O., Ruoff, M.

Wirksamkeit multimodaler Behandlung bei chronischen Schmerzen

Orthopädische Praxis 38 (2002) 361-368

Kollmitzer, J., Ebenbichler, G., Sabo, A., Kersch, K., Bochsansky, T.

Effects of back extensor strength training versus balance training on postural control

Medicine & Science in Sports & Exercise 2000

Krämer, Jürgen

Orthopädische Schmerztherapie

Dt. Ärzteblatt 93 (1996) 1286-1390

Kohen-Raz, R.

Application of Tetra-ataxiometric posturography in clinical and developmental diagnosis
Percept Mot skills 73 (1991) 635-656

Kohen-Raz, R. Erel, J. Davidson, B. Caine, Y., Froom, P

Postural control in pilots and candidates for flight training

Aviation, Space and Environmental medicine 65 (1994), 323-326

Kohen-Raz, R.

Learning Disabilities and Postural Control

2. Auflage (1996), London: Friend Publishing House

Kohen-Raz, R., Himmelfarb, M., Tsur, S., Kohen-Raz A., Shub, Y.,

An initial evaluation of work fatigue and circadian changes as assessed by multiplate
posturography

Perceptual and Motor Skills 82 (1996) 547-557

Kohen-Raz, R., Sokolov, A. Demmer, M., Harel, M.

Posturographic correlates of peripheral and central vestibular disorders, as assessed by
electronystagmography (ENG) and the Tetrax Interactive Balance System

In Reid, A., Marchbanks, R., Ernst, A. (Hrsg.) Intercranial and inner ear physiology and
pathophysiology (1998) 231-236

Kohen-Raz, R., Roth, V.

Posturographic characteristics of whiplash patients

Proceedings of the XII Regular Meeting of the Barany Society

In Claus, C.F., Claus-Toni, H., Hoffenberth, B. (Hrsg.) Equilibrium Research, Clinical
Equilibrimetry and Modern Treatment Amsterdam: Elsevir (2000)

Leitner, C., Mair, P., Wick, F., Mittermaier, C., Sycha, T., Ebenbichler, G.

Reliability of posturographic measurements in the assesment of impaired sensorimotor
function in chronic low back pain

J. of elektromyographiy and Kinesiologie 19 2009, 380-390

Lobst, U.

Posturographie-Biofeedback-Training bei Gleichgewichtsstörungen

Fortschr. Neurol.Psychat 57 (1989) 74-80

Lübke, W., Ehlebracht, König, I.

Arbeitsunfähigkeit und Reha- ein Widerspruch? Neuentwicklung eines Rehakonzeptes unter spezieller Berücksichtigung der sozialmedizinischen Problematik

Orthopädische Praxis 33 (1997) 495-501

Mannion, A.F., Dvorak, J., Taimela, S., Muntener, M.

Kraftzuwachs nach aktiver Therapie bei Patienten mit chronischen Rückenschmerzen

Schmerz (2001) 468-473

McCracken, L.M., Gross, R.T., Eccleston, C.

Multimethod assessment of treatment process in chronic low back pain: comparison of reported pain-related anxiety with directly measured physical capacity

Behavior Research and Therapy 40 (2002) 585-594

Müller, G.

Diagnostik des Rückenschmerzes, Wo liegen die Probleme

Schmerz (2001) 435-441

Müller, K., Kreutzfeldt, A., Schwesig, R., Müller-Pfeil, J., Bandemer-Greulich, U., Schreiber, B., Bahrke, U., Fikentscher, E.,

Hypermobilität und chronischer Rückenschmerz

Orthopädische Praxis 38 (2002) 716-721

Neubauer, E., Pirron, P., Junge, A., Seemann, H., Schiltenswolf, M.

Welche Fragen sind geeignet, ein Chronifizierungsrisiko von akuten Rückenschmerzpatienten vorherzusagen Orthop. (2005) 299-301

Pertti, E.

Posture Control in the Elderly

International Journal of Technology and Aging Vol 1 (1988) 166- 178

Pfingsten, M., Hildebrandt, J., Leibing, E., Franz, C., Saur, P
Effectiveness of an multimodal treatment program for chronic low back pain
Pain 73 (1997) 77-85

Pfingsten, M.
Multimodale Verfahren, auf die Mischung kommt es an
Schmerz (2001) 492-498

Pfingsten, M.
Erfassung der „fear-avoidance-beliefs“ bei Patienten mit Rückenschmerzen
Schmerz (1997) 387-395

Pfingsten, M.
Was können psychologische Erkenntnisse zur Behandlung von Rückenschmerzen beitragen
Orthop. Praxis 35 (1999) 288-296

Plessen, v. K., Schultz-Venrath, U.
Ist eine frühe Differenzierung psychogener von somatogenen Lumbago-Ischialgie-Syndrom-
Patienten mittels Anamnese möglich

Popa, T., Bonifazi, M., Della Volpe, R
Adaptive changes in postural strategy selection in chronic low back pain
Exp. Brain Res- 2007 411-418

Quint, U., Hasenburg, H., Patsalis, Th. Ffranke, G,
Psychische Belastung bei stationären Patienten mit akutem und chronischem Lumbalsyndrom
Z. Orthop. 136 (1998) 444-350

Riedel, T., Casser, H.R., Schrembs, C.
Ergebnisse des multimodalen Therapiekonzeptes beim chronischen Schmerz in der
konservativen orthopädischen Klinik
Orthopädische Praxis 35 (1999) 478-487

Reuter, I.

Sind der aufrechte Gang und die Wirbelsäule eine Fehlkonstruktion der Evolution

Z. Orthop. (2003) 510-516

Schifferdecker-Hoch, F., Denner, R., Harter, W.H.

Entwicklung eines neuen Graduierungsmodells zur Identifikation bei „good“ und „bad“
respondern hinsichtlich somatischer Behandlungsprogramme bei Rückenschmerzpatienten

Orthopädische Praxis 38 (2002) 703-715

Schmidt, C.O., Kohlmann, T.

Was wissen wir über das Symptom Rückenschmerz

Z. Orthop. (2005) 292-298

Schönle, Ch.

Behandlungsstrategien beim chronischen Rückenschmerz

Ein Wettlauf der konservativen Therapie mit der Spontanheilung?

Intern. Praxis 36 (1996) 321-339

Schwesig, R., Wentzel, K., Schimani, R., Hottenrott, K.

Berufsbezogene Evaluation der stationären Rehabilitation beim chronischen Rückenschmerz

Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, (2005)

Schwesig, R., Wentzel, K., Schimani, R., Hottenrott, K.,

Evaluation der stationären Rehabilitation bei chronischem Rückenschmerz

Zschr. Die Rehabilitation (2004)

Schwesig, R., Wentzel, K., Schimani, R., Hottenrott, K.,

Posturographie- ein neues Verfahren zur Evaluation der Therapie des Rückenschmerzes

Vortrag Reha-Symposium Bad Schmiedeberg (2005)

Schwesig, R., Wentzel, K., Schimani, R., Hottenrott, K.

Evaluation einer stationären Rückenschmerzrehabilitation mit der Posturographie

In VDR (Hrsg.) Rehabilitationsforschung in Deutschland, Stand und Perspektiven (2005), 289

- 290

Schwesig, R.

Das posturale System in der Lebensspanne

Verlag Dr. Kovac 2006

Seeger, D.

Physiotherapie bei Rückenschmerzen, Indikationen und Grenzen

Schmerz, (2001) 461-467

Seeger, D.

Workhardening

Orthop. Praxis 35 (1999) 297-307

Seitz, R., Schweikert, B., Jacobi, R., Tschirdewahn, B., Leidl, R.

Ökonomisches Rehabilitationsmanagement bei chronischen Rückenschmerzen

Schmerz (2001) 448-452

Sihvonen, T., Huttunen, M., Makkonen, M., Airaksinen, O.

Functional Changes in Back Muscle Activity Correlate With Pain Intensity and Prediction of Low Back Pain During Pregnancy

Arch Phys Med Rehabil Vol 79 (1998) 1210-1212

Sollner, W., Doering, S.

Psychologische Therapieverfahren bei chronischen nicht radikulären Rückenschmerzen

Orthopäde (1997) 535-543

Strumpf, M., Linstedt, U., Wiebalck, A. Zenz, M.,

Medikamentöse Therapie bei Rückenschmerzen

Schmerz (2001) 453-460

Taguchi. K.

Spectral analysis of the Movement of the Center of Gravity in vertiginous and ataxic Patients

IV Symposium international de posturographie Sofia, 1977

Taimela, S., Diederich, C., Hubsch, M., Heinrich, M.,
The Role of Physical Exercise and Inactivity in Pain Recurrence and Absenteeism From
Work After Active Outpatient Rehabilitation for Recurrent or Chronic Low Back Pain
Spine, Vol. 25 (2000) 1808-1816

Thiehoff, R.
Wirtschaftliche Bewertung der Arbeitsunfähigkeit durch muskuloskelettale Erkrankungen
Orthopäde 2002 31;949-956

Trebing, St., Rosen, St, Kohen-Raz
A Comparative Analysis Of Posturographic Measures Obtained With The Equitest and The
Tetrax Interactive Balance System (IBS) In Outpatients with Equilibrium Disorders

Ulreich, A., Kullich, W.
Ergebnisse eines multizentrischen Rehabilitationskonzeptes bei Patienten mit chronischen
Lumbalsyndromen
WMW 19/20 (1999) 564-566

Van Tulder, M., Ostelo, R., Vlaeyen, Linton, S., Morley, S., Assendelft, W.
Behavioral Treatment for Chronic Low Back Pain
Spine, Vol. 25 (2000) 2688-2699

Van Tulder, M.W.
Die Behandlung von Rückenschmerzen, Mythen und Fakten
Der Schmerz 6 (2001) 499-503

Wagner, H., Outa, C., Anders, C., Petrovitch, A., Schilling, N., Scholle, H.C.
Chronischer unspezifischer Rückenschmerz
Manuelle Medizin, 2009, 47 39-51

Wagner, H., Puta, C., Anders, C., Graßme, R., Gussew, A., Mörl, F., Petrovich, A., Reichenbach, J.R., Rzanny, R., Schilling, N., Wisch, S., Blickhan, R., Gabriel, H.H.W., Grieshaber, R., Scholle, H.C.

Chronisch unspezifischer Rückenschmerz- von der Funktionsmorphologie zur Prävention- Grundlagen und Schlussfolgerungen für die Diagnostik und Therapie,

14. Erfurter Tage Prävention von arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren und Erkrankungen
Verlag Dr. Bussert und Stadeler, Jena 2008 181-205

Walter, U., Hoopmann, M., Krauth, C., Reichle, C., Schwartz, F.W.

Unspezifische Rückenschmerzen

Dt. Ärzteblatt 99 (2002) 1925-1929

Weiß, R.H.

Epidemiologie und Risikofaktoren des chronischen Kreuzschmerzes

Orthopädische Praxis 35 (1999) 469-477

Wentzel, K., Schwesig, R., Schimani, R., Hottenrott, K.

Der chronische Rückenschmerzpatient- Ergebnisse einer posturographischen Untersuchung

Vortrag 3. Symposium „altersgerechter Arbeitseinsatz, Institut für Arbeitswissenschaft der TU Darmstadt (2005)

Wilke, C., Froböse, I., Schulz, A.

Einsatzmöglichkeiten des Posturomed im Rahmen des sensomotorischen Trainings für die untere Extremität

Gesundheitssport und Sporttherapie 19 (2003) 9-14

Witte, H., Recknagel, S.

Ist die indirekte Posturographie mittels Kraftmeßplatten der direkten Posturographie durch Bewegungsanalyse gleichwertig? Eine physikalische Betrachtung

Biomed. Technik 42 (1997) 280-283

Abkürzungsverzeichnis

TENS	Transkutane Elektrische Nervenstimulation
HWS	Halswirbelsäule
MTT	Medizinische Trainingstherapie
BMI	Body Mass Index
ST	Stabilitätsindex
MZP	Messzeitpunkt
FAB	Fear Avoidance Beliefs
PMR	Progressive Muskelrelaxation
FFT	Fast Fourier Transformation
WDI	Weight Distribution Index
EMG	Elektromyografie
SS	Summenscore

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität bekannt ist, ich die Dissertation selbst angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönlichen Mitteilungen und Quellen in meiner Arbeit angegeben sind, mich folgende Personen bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts unterstützt haben: Prof. Dr. phil. Hottenrott für die Überlassung des Posturographiemeßgerätes, PD Dr. phil. Schwesig, PD Dr. med. Wentzel, die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und dass Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

Bad Dübén, 14.08.2012

Ralf Klaus Schimani

Danksagung

Hiermit möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Hottenrott für die Überlassung des Messgerätes, bei Herrn PD Dr. Wentzel und Herrn PD Dr. Schwesig für die Hilfe bei der Durchführung und Auswertung der Daten sowie bei Katherina und Alexander Schimani für die Hilfe beim Erstellen der Arbeit am Computer bedanken.